

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Návrh učební pomůcky – výpočetní metody ve spolehlivosti

Design of Teaching Tool – Calculation Methods in Reliability

Student:

Bc. Zuzana Galvasová

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Jan Famfulík, Ph.D.

Ostrava 2013

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Zuzana Galvasová

Studijní program:

N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor:

2301T003 Dopravní technika a technologie

Specializace:

10 Kolejová doprava

Téma:

Návrh učební pomůcky - výpočetní metody ve spolehlivosti
Design of Teaching Tool - Calculation Methods in Reliability

Zásady pro vypracování:

1. Návrh struktury učební pomůcky
2. Výběr vhodných didaktických nástrojů
3. Sestavení textů
4. Tvorba animací
5. Hodnocení návrhu

Seznam doporučené odborné literatury:

Famfulík, J. Zkoušky spolehlivosti (vybrané stochastické metody). Ostrava: VŠB TU Ostrava. 2010.
Famfulík, J. Teorie údržby. Ostrava: VŠB – TU Ostrava. 2006. ISBN 80-248-1029-8
Daněk, A. Výpočetní metody obnovy dopravních prostředků. Ostrava: Repronis Ostrava. ISBN 80-86122-41-7
Podklady výrobců SW pro animace

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jan Famfulík, Ph.D.**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 20. 5. 2013

.....
Bc. Zuzana Galvasová

Prohlašuji, že:

- jsem byla seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

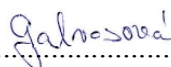
V Ostravě dne 20. 5. 2013

Bc. Zuzana Galvasová

Třešňová 5585

Ostrava – Třebovice

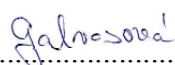
722 00


.....
podpis studenta

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Janu Famfulíkovi, Ph.D. za vedení při zpracování této diplomové práce.
Zároveň děkuji své rodině za podporu.

V Ostravě dne 20. 5. 2013


.....
Bc. Zuzana Galvasová

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

GALVASOVÁ, Z. *Návrh učební pomůcky – výpočetní metody ve spolehlivosti: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2013, 51 s. Vedoucí práce: Famfulík, J.

Diplomová práce se zabývá návrhem klasické učební pomůcky v podobě skript spolu s doplněním série devíti animací. V úvodu práce je vybrána forma skript v e-learningové podobě. Dále je zvolen program pro tvorbu animací a popsáno jeho vývojové prostředí. Hlavní část této práce tvoří objasnění postupu tvorby jednotlivých animací. V práci je kladen důraz na inovativní přístup při tvorbě učební pomůcky.

Klíčová slova

Učební pomůcka, spolehlivost, e-learning, skripta, animace.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

GALVASOVÁ, Z. *Design of Teaching Tool – Calculation Methods in Reliability: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of transport, 2013, 51 p. Thesis head: Famfulík, J.

Master thesis deals with the design of a classic teaching tool in the form of a script, with addition of a series of 9 animations. In the introduction, there is chosen the tool form of e-learning script. Next, there is selected the program that is used for creating the animations and a short description of the development environment is also presented. The main part clarifies the animation development process. The whole thesis is focused on an innovative access to creation of teaching aids.

Keywords

Teaching tool, reliability, e-learning, script, animation.

Obsah diplomové práce

1 ÚVOD.....	8
2 CHARAKTERISTIKA SOUČASNÉHO STAVU	9
3 NÁVRH STRUKTURY UČEBNÍ POMŮCKY	11
3.1 Základní pojmy	11
3.2 Návrh struktury	13
4 VÝBĚR VHODNÝCH DIDAKTICKÝCH NÁSTROJŮ	17
4.1 Dělení didaktiky.....	17
4.2 Výběr konkrétních nástrojů	21
5 SESTAVENÍ TEXTŮ	26
5.1 Tvorba textů.....	26
5.2 Ukázka textů	27
6 TVORBA ANIMACÍ	40
6.1 Výběr programu	40
6.2 Program Swish Max 4	42
6.3 Vytvoření animací.....	45
7 HODNOCENÍ NÁVRHU A ZÁVĚR	55
8 POUŽITÁ LITERATURA	56
9 SEZNAM PŘÍLOH	58

1 ÚVOD

Společně s nebývalým rozmachem lidské populace a progresivním vývojem technických prostředků moderní doby, jde ruku v ruce kupředu i rozvoj všech vědních oborů s tím souvisejících. Zároveň je kladen také velký důraz na bezpečnost a snižování míry rizik. Je nasnadě, že spolehlivost, které se vlastně věnuje celý učební materiál, má podstatný význam při tvorbě bezpečnosti. Tento důraz je patrný především v dopravě, proto je zde zaměření spolehlivosti hlavně na dopravní prostředky.

Diplomová práce se tedy zabývá tvorbou učební pomůcky zaměřené na spolehlivost, zejména na výpočetní metody v ní využívané. Snahou je docílit takové formy a struktury, aby daná problematika byla dostatečně vysvětlena a používání této pomůcky lépe osvětlovalo studentům principy předmětu a použití v návaznosti s praxí.

Cílem tohoto materiálu je vytvoření návazného souboru podkladů, pro dostatečné osvojení látky s využitím dostupných prostředků. Podklady jsou jednoznačně zaměřeny pro vysokoškolské studenty a tomu odpovídá i jejich dostupná forma a zpracování. Stěžejní částí diplomové práce je tvorba podpůrných materiálů, které výuku zpřístupní všem studentům.

2 CHARAKTERISTIKA SOUČASNÉHO STAVU

Pro lepší výběr a sestavení vhodné učební pomůcky je žádoucí se zaměřit nejprve na stávající stav výuky spolehlivosti a posoudit výhody a nevýhody zavedených koncepcí.

Výuka u nás

Běžná výuka předmětu spolehlivosti na vysokých školách je vedená v rámci obvyklých přednášek, spolu s doplněním klasických textových skript. Modernější pojetí zahrnuje už i e-learning systém – výuka pomocí internetu. Jedná se tedy o skripta uvedená na internetovém serveru. Například na Vysoké škole báňské lze elektronický materiál nalézt na serveru moodle, dostupném z www.moodle.cz. Tento server zahrnuje řadu elektronických materiálů, týkajících se široké škály vyučovaných předmětů. Zde se jedná pouze o elektronická skripta, čili o samotný text, dostupný online. Tento text není nijak obohacen a jeho jediným významem je zvýšená dostupnost formou internetového přístupu. Lze říci, že většina významnějších vysokých škol disponuje vlastním informačně-vzdělávacím systémem, podobným jako výše uvedený moodle. Většina škol tak poskytuje svým studentům výukový materiál v podobné formě, bez významnějšího obohacení. Je důležité, že vysoké školy se tyto materiály snaží udržet uvnitř a poskytují je tak zpravidla pouze svým studentům. Vedle těchto široce zaměřených materiálů se lze setkat s jednotlivými užšími pomůckami, které se týkají ucelených oborů nebo jejich částí. Tyto materiály jsou pak přínosem jednotlivých pedagogů, zpravidla zveřejňovány na jejich vlastních stránkách, pod záštitou vysoké školy, na které vyučují. Zpravidla se jedná o odkazy na vlastní skripta nebo další podpůrné pomůcky v podobě odborných článků a podobně. Většinou se ale jedná pouze o klasická skripta.

Nevýhodou těchto zdrojů je nedostatečná názornost a dodržování zaběhnutého stereotypu v podobě tvorby stále stejně koncipovaných materiálů k podpoře výuky.

Výuka ve světě

Situace ve světě je obdobná. Existuje řada serverů zabývajících se problematikou spolehlivosti a celá řada serverů vyvíjejících a poskytujících software, které se používají při aplikaci spolehlivosti. Mezi takovéto servery patří například www.weibull.com. Lze zde nalézt učebnice v elektronické podobě, které se touto tematikou široce zabývají. Učebnice není úplně podrobná, její zpracování je však velmi kvalitní. Je velmi přehledně

odvozena řada základních vzorců, texty jsou doplněny o obrázky a všechny materiály jsou vzájemně propojeny, a proto lze například plynule přejít na vysvětlení neznámého pojmu, je-li to nutné. Vedle vysloveně výukových webů existuje řada serverů, které jsou zaměřeny spíše na odborné články a další informační zdroje a poskytují tak pouze jakési prohloubení již získaných znalostí a opírají se o základní vědomosti získané jinde. Mezi takové weby patří například www.plant-maintenance.com, který obsahuje řadu článků z širokého okruhu spolehlivosti. Součástí podobných webů bývá rovněž rozsáhlé fórum, které je také velkým zdrojem různých nových informací.

Nevýhodou těchto materiálů je nutnost se v dané problematice již alespoň částečně orientovat. Každý materiál je zde trochu odlišný a ne všude je celá tematika dopodrobna zpracována. Zahraniční weby slouží spíše pro získání konkrétnějších znalostí v jednotlivých odvětvích spolehlivosti.

3 NÁVRH STRUKTURY UČEBNÍ POMŮCKY

Návrh učební pomůcky a její struktury je důležitý, protože se od něj z velké míry odvozuje konečná kvalita. Špatně navržená struktura studijní pomůcky může již sama o sobě znehodnotit jakkoliv kvalitně zpracované texty. Z tohoto pohledu je bezpodmínečně nutné si stanovit, co od takové pomůcky vlastně očekáváme – tedy priority v její koncepci, samotný účel, potažmo výsledky, kterých se chce pomocí této vypracovávané studijní pomůcky dosáhnout. Tato kapitola byla vypracována s použitím zdrojů [1] a [2].

3.1 Základní pojmy

Učební pomůcka

Pod tímto pojmem si lze představit jakýkoliv nástroj (libovolný předmět či pomůcku, myšlenku nebo proces), který lze nějakým způsobem zakomponovat do vzdělávacího procesu. Učební pomůcky obecně slouží především k usnadnění výuky a také k názornějšímu zobrazení konkrétně předkládaných skutečností. Ve výsledku dochází k požadovanému spojení teoretického výkladu a praktických ukázek dané problematiky, čímž zvyšujeme efektivnost procesu výuky. S využitím učebních pomůcek samozřejmě souvisí i použití didaktické techniky, která přispěla ke zcela zásadnímu zjednodušení.

Mezi konkrétní pomůcky lze řadit jednak klasické textové pomůcky, především knihy, časopisy a jiné tiskopisy, ale také spíše obrazové prostředky. Dnes především prezentace, video, či simulace.

Struktura učební pomůcky

Struktura v tomto významu představuje konkrétní způsob rozvržení daného materiálu a jeho přesně definované řazení. V zásadě lze učební pomůcku strukturálně rozdělit na část:

- *Textovou* – tato část je zpravidla ta významnější. Obecně je delší a její informační přínos je většinou mnohem větší. Má sloužit jako hlavní zdroj potřebných vědomostí.
- *Mimotextovou (ilustrativní)* – slouží spíše pro zjednodušení a doplnění výukového procesu. Obecně může tato část obsahovat pouze zlomek celé problematiky, spíše je soustředěna na konkrétní problém, který se snaží názornou a přehlednou formou zobrazit.

Přestože ilustrativní pomůcky (například krátké video, prezentace nebo dokonce fyzická ukázka určitého předmětu) nenesou takové množství informací, forma předání těchto vědomostí je natolik koncentrovaná, že jsou téměř vždy pro studenty výhodnější. Navíc lze s určitostí tvrdit, že výuka probíhá daleko snáze na konkrétních ukázkách, než pouze na teoretickém modelu.

Dělení textové části lze obecně definovat na:

- *Základní* – soubor podstatných a zároveň nutných informací pro bezproblémové pochopení dané problematiky. Jedná se o soubor progresivně řazených údajů, které tvoří logické jádro učební pomůcky. Praktické členění základní části:
 - *Teoreticko poznávací texty* – informační funkce
 - Základní potřebná data (axiomy, použitá symbolika, pojmy)
 - Základní potřebné souvislosti (charakteristické zákonitosti, kombinace pojmů a popis vztahů, tvorba závěrů apod.)
 - *Instrukčně praktické texty* – transformační funkce
 - Prohloubení poznatků (cvičení, názorné příklady)
 - Uplatnění poznatků (integrace získaných vědomostí, posouzení vnějších souvislostí)
- *Doplňující* – může přesáhnout základní předepsaný rámec a zpravidla má za cíl širší pochopení dané problematiky. Jedná se o materiály, které tuto problematiku prohlubují. Zpravidla mají tyto texty původ v jiných publikacích a často se tedy jedná o vědecké články, statistické informace, texty dokumentárního typu či údaje z registrů a podobně.
- *Vysvětlující* – tento text je jednoznačně zaměřen na co největší využití základního souboru informací a rozložení na nejjednodušší souvislosti, které dávají základ konečnému pochopení celého textu. Tuto část lze rozdělit na:
 - *Upřesňující* – sem patří všechny informace, které určitým způsobem objasňují nejpodstatnější pojmy a souvislosti v základním souboru velice jednoduše a logicky (tzv. polopaticky). Řadí se zde všechny poznámky, vysvětlivky či komentáře.
 - *Zjednodušující* – sem lze řadit všechny údaje v podobě registrů, jako např. rejstřík, obsah, úvodní rozdělení, vzorce apod.

3.2 Návrh struktury

Jelikož tento výukový materiál je primárně určen co možná největšímu množství studentů, je nasnadě, že nejvhodnější koncepcí jsou **skripta**. Je potřeba vytvořit materiál, který dokáže efektivně pojmut značné množství technických informací, k čemuž jsou nejvhodnější právě skripta. Již dlouhou dobu jsou skripta brána, jako tradiční zdroj informací a lze tvrdit, že většina studentů si tak na jejich klasickou strukturu zvykla.

Snahou je docílit, že cílená skupina studentů pochopí celou problematiku co nejsnáze, proto je sekundárním cílem této učební pomůcky ve formě skript, aby celý okruh sdělovaných dat byl popsán velice srozumitelně a měl logicky vázanou strukturu. Rovněž lze tvrdit, že tato učební pomůcka poskytuje jednak základní orientaci v dané problematice a také možné praktické aplikace, případně i řešení některých jevů, na které lze narazit ve skutečném provozu.

Existuje řada důvodů, proč jsou skripta tvořena. Mezi **tradiční cíle skript**, patří zejména následující:

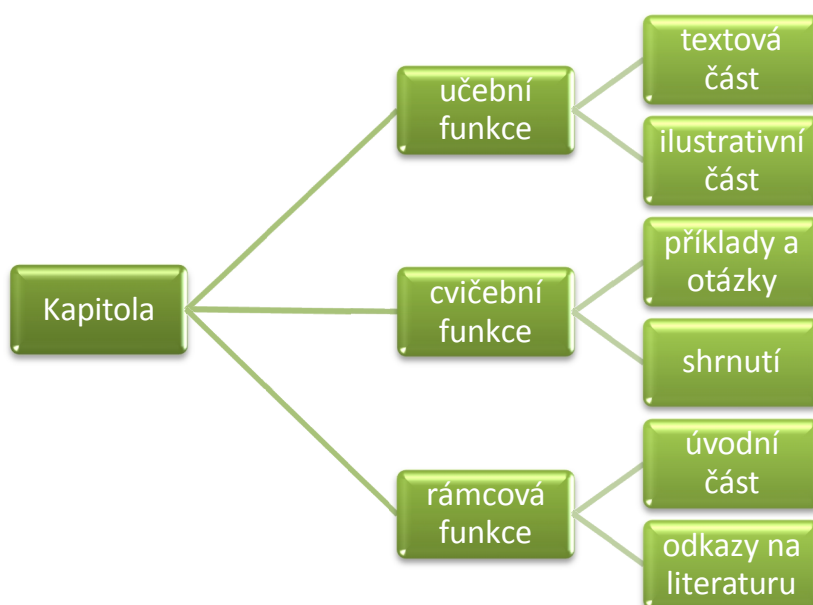
- *Specifikace informací* – zcela základním požadavkem musí být jednoznačně porozumění základním pojmům dané problematiky, čili terminologie. Obecně již znalost základních pojmů a funkčních struktur, respektive vzájemných vztahů mezi nimi, poskytuje samo o sobě kvalitní základnu pro pochopení širších souvislostí mezi daným problémem a vnějšími vlivy (vzájemná interakce mezi různými disciplínami, či vědními obory).
- *Porozumění* – druhým nejdůležitějším cílem je samozřejmě dostatečně kvalitní interpretace sdělovaných informací. Míra dostatečného a správného pochopení látky je přímo úměrná kvalitě podání a způsobu formulace textu. Pro větší názornost a snazší porozumění jsou s výhodou používány různé ilustrace a doplňující materiály.
- *Použitelnost* – důraz na celkové uplatnění dříve vyjádřených specifických informací, ve formě aplikací a konkrétních demonstrací. Základní pojmy a k nim návazné teorie jsou řešeny ve specifických, skutečných situacích, a tím je jim dána ucelená forma, potažmo z hlediska studenta „vyšší význam“. Jedná se tedy o odpovídající, případně ilustrativní příklady.
- *Analýza* – jedná se o proces, související s důkladným rozkladem komplexního problému na nejjednodušší prvky. Analýza je důležitá pro vyjádření nejpodstatnějších

základů, na kterých je celá problematika postavena. Výstupem analýzy je zpravidla rozsáhlý rozbor dále nedělitelných axiomů, které společně v postupné hierarchii utvářejí vzájemné vazby v systému.

- *Syntéza* – představuje proces, díky kterému je dána nová forma předešle získaným axiomům. Zpravidla je požadavek na vytvoření ucelenější koncepce dané problematiky a shrnutí do výsledného celku. Syntéza také souvisí s konkrétním využitím předložených faktů, a tedy s praktickou aplikací nabytých vědomostí. Obecně jsou používána různá shrnutí konkrétních dat.
- *Hodnocení* – cílem je dát studentovi možnost, aby sebekriticky zjistil, zda danou látku dokázal pochopit a zapamatoval si ji. Nejjednodušším způsobem je vložení konkrétních dotazů, respektive odkazů, na některá místa v textu. Lépe je propojit hodnotící část opět s částí aplikační a směřovat hodnocení do roviny vzájemné interakce problémů s dalšími jevy, vyskytujícími se v běžném životě, a posunout tak význam do roviny ryze praktické.

Po vzetí těchto požadavků do úvahy bylo řečeno, že stěžejní část budou tvořit konkrétní výukové materiály ve formě uspořádaných učebních textů. Celý text by měl být členěn do jednotlivých kapitol, které obsáhnou vždy určitou širší podoblast týkající se spolehlivosti.

Návrh členění vlastní kapitoly je uveden na obrázku 3.1.



Obrázek 3.1: Návrh členění kapitol

[Autor]

Kapitola

Jedná se o základní dělení celého učebního textu. Jednotlivé kapitoly představují širší okruhy, týkající se problematiky spolehlivosti. Jedná se vlastně o ucelenou jednotku, která obsahuje všechny informace týkající se jedné konkrétní části. Základní funkční části představují učební část, cvičební část a rámcovou část, podle funkce, kterou má každá z nich splnit.

Učební funkce

Jak vyplývá z názvu, jedná se o stěžejní textovou část každé kapitoly, tedy jakési jádro. Zde jsou obsaženy všechny podstatné údaje. Struktura textové části logicky rozvíjí základní myšlenku do výsledného konceptu, který je výstupem jednotlivých kapitol. Tato část je složena z:

- Textové části – soubor teoretických textů.
- Ilustrativní části – především soubor obrázkových příloh pro zjednodušení a zobrazení konkrétních, probíraných problémů (především strojní součásti, ilustrace procesních postupů a podobně).

Cvičební funkce

Tato funkce je zaměřená na procvičení získaných teoretických znalostí a použití těchto vědomostí při praktických příkladech. Jedná se nejvíce o klasické výpočtové příklady, ale vyskytují se zde i příklady vyplývající z běžné praxe. V praxi lze totiž narazit na nejrůznější problémy, které však mají většinou velmi podobný základ, proto můžeme o příkladech hovořit jako o modelových. Tato část pomáhá ověřit, že student probíranou látku plně zvládnul. K ověření slouží tyto části:

- Příklady a otázky – příklady tvoří jednak praktický podklad pro probranou teorii a jednak společně s otázkami plní funkci ověření, že student dosáhl dostatečné úrovně pochopení.
- Shrnutí – ve zkratce shrnuje všechny podstatné informace, které se vyskytly v dané kapitole. Svým způsobem jej lze rovněž využít k ověření, podobně jako předchozí příklady a otázky.

Rámcová funkce

Doplňuje celou kapitolu o informace týkající se předmětu, který je popisován, především jeho vlivy na vnější prostředí. Jsou zde uvedeny informace vyplývající z hlubší znalosti propojení vlastní problematiky a dalších vědních oborů. Základní části tvoří:

- Úvodní část – vymezuje rozsah kapitoly a její umístění ve spolehlivosti, respektive její záběr. Většinou vysvětluje praktický význam problematiky a tedy její důležitost.
- Odkazy na literaturu – tradičně rozšiřují relativně povrchní znalost celého systému, kterou je možnost vměstnat do jednotlivých kapitol a dávají k dispozici další materiál k rozšíření vědomostí.

4 VÝBĚR VHODNÝCH DIDAKTICKÝCH NÁSTROJŮ

Didaktika je vědní disciplína, která jako součást souboru pedagogických věd (obecná pedagogika, speciální pedagogika, oborová didaktika a podobně) souvisí s procesem výuky a učení. Zpracování této kapitoly vychází ze zdrojů [1] a [2].

4.1 Dělení didaktiky

Didaktiku lze charakterizovat jako **teorii vzdělávání**, která jako celek zastřešuje veškeré použité formy a postupy, jimiž je dosahováno požadovaného cíle, kterým je vzdělání. Tato věda se tedy soustředí na popis procesu výuky z pohledu především metodiky a postupů s využitím škály didaktických nástrojů.

Obecná didaktika je teoretickou disciplínou, která v sobě zahrnuje všechny poddruhy věd, jež se zabývají procesy výuky. Základní dělení je zobrazeno na obrázku 4.1.



Obrázek 4.1: Členění didaktiky

[1]

Didaktiky odborných předmětů se věnují problematice, která je specifikována obsahem konkrétního předmětu, jako např. matematika, ekonomika, spolehlivost dopravních prostředků apod.

Didaktiky mimoškolního výukového prostředí se věnují spíše zájmovým aktivitám, např. sport, výuka jazyků pro samouky aj.

Školní didaktika svým způsobem spojuje právě školní a mimoškolní procesy výuky.

Z pohledu dnešní problematiky výuky je nutné se zaměřit na to, že pedagog musí být nejenom odborně způsobilý, a tedy musí prokázat dostatečnou úroveň vzdělání a porozumění dané látce, ale zároveň by měl obsáhnout určitou úroveň pedagogické

způsobnosti. Měl by prokazatelně zvládnout samotný proces výuky, jakož i metodiku sdělování potřebných informací a podobně. V tomto má pedagog k dispozici řadu didaktických nástrojů, které ve své primární podstatě umožňují použití i netradičních vyučovacích pomůcek či nástrojů. Tyto pomůcky dnes slouží zejména k usnadnění a urychlení výuky studentů, zároveň umožňují flexibilní změny obsahu výuky a do jisté míry poskytují alespoň částečnou automatizaci některých jednoduchých částí vyučovacího procesu.

Pod názvem **didaktické nástroje** si lze představit jednak především technická zařízení, která umožňují použití moderních vyučovacích prostředků, které se nazývají didaktická technika, a jednak si lze pod tímto názvem představit samotnou metodiku výuky, tedy didaktické metody. Obecné rozdělení didaktických nástrojů je pak následující:

a) materiální – technické vybavení, pomůcky, prostory:

- **Učební pomůcky** – mají přímý vliv na výuku, např. učebnice, obrazy, video, počítačové programy.
- **Metodické pomůcky** – podpora rozhodování a jednání pedagoga, např. příručky z oblasti pedagogiky.
- **Zařízení** – přístroje podporující výuku všeho druhu, např. laboratorní přístroje a veškeré vybavení učeben.
- **Didaktická technika** – technické přístroje, které přímo podporují výuku, např. počítače, kamery, interaktivní tabule a podobně.
- **Ostatní** – sem lze zařadit veškeré podpůrné prostředky, které mají spíše nepřímý vliv na kvalitu výuky. Především se jedná o prostory (učebny, laboratoře, přednáškové sály), ale také předměty běžné spotřeby.



Obrázek 4.2: Materiální didaktické pomůcky [Autor]

b) nemateriální (didaktické metody) – organizační a vyučovací struktura, zásady:

- **Výklad** – tradiční způsob, ve kterém je využito především jednostranné komunikace, kdy pedagog předává vlastní vědomosti studentům. Prakticky zde neexistuje zpětná vazba, což není výhodné, je-li předmět složitější povahy. Výklad by měl být stručný a srozumitelný. Tato metoda může být poměrně efektivní, je-li výklad kvalitně zpracován. Na druhou stranu může být tato metoda velmi rychlá, neboť nevyžaduje nutně dlouhou přípravu ze strany pedagoga. Určitým typem výkladu je „vysvětlování“, které je používáno převážně na vysokých školách, při objasňování obtížných částí probírané problematiky.
- **Demonstrace (ukázka)** – tato metoda přispívá obecně ke všem ostatním metodám. Spočívá v praktické ukázce předmětu, činnosti nebo procesu, za použití didaktických pomůcek. Nejčastěji se volí demonstrace originálního předmětu. Jsou-li tyto předměty jakkoliv nedostupné, volí se ukázky obrazové, textové, případně i jiné (zvuk, video), v závislosti na povaze daného předmětu.
- **Kooperace** – je založena na vztahu pedagog – student. Důležitým aspektem této metody je rozvoj jednak týmové práce studentů, ale rovněž vedení studenta k ambicióznímu vystupování a samostatnosti, pomocí soutěživosti v týmu. Pedagog zde hraje pouze roli určitého koordinátora. Převážná část výukové činnosti probíhá skrze spontánní vývoj v jednotlivých týmech, potažmo jednotlivců.
- **Procvičení** – z pedagogického hlediska se jedná o prakticky nutnou metodu, která je potřebná k dostatečnému osvojení již probrané látky. Tato metoda vyžaduje vzájemnou spolupráci, neboť se může úplně minout účinkem. Částečně může být tato metoda přenesena čistě na studenty formou samostudia.
- **Dialog** – tato metoda může být velmi náročná na schopnosti pedagoga, jelikož vyžaduje zcela přesnou a rozsáhlou znalost dané problematiky a také umění vést dialog správným směrem. Je zde velice výhodné, že student má prakticky ihned zpětnou vazbu a je nucen reagovat velice pružně. Nevýhodou je, že není-li pedagog schopen vést dialog správným směrem, studenti budou tímto ovlivněni.
- **Vyhledávání** – spočívá v samostatné práci studenta s dostupnými informacemi. Největší výhodou představuje fakt, že tuto formu studia lze provádět i mimo běžnou výuku a dovoluje individuální časový přístup ke každému jedinci. Tato metoda učí vnímat text celistvě a přitom správně selektovat jeho podstatné části. Zároveň se zde již objevuje prvek vlastní práce s informacemi při jejich dalším zpracování.

- **Skupinová práce** – spočívá v rozvoji studentů spíše v rámci „soft-skills“, tedy rozvoj v rámci týmu, kde jsou studenti nuceni spolupracovat, ale zároveň soutěžit, aby bylo možné dosáhnout požadovaného výsledku. Nevýhodou může být až přílišná aktivita některých jedinců, což zpravidla vede k tomu, že pracovní výkon účastníků je rozložen nerovnoměrně a „pasivní“ studenti tak mohou dosáhnout výsledků bez jakéhokoliv přičinění.
- **Projekty, samostatné práce** – jedná se o sérii úkolů, které dohromady tvoří jednotlivý celek. Zpravidla se jedná o velmi komplexní příklad, který je posazen do ryze praktické roviny a student by měl tento projekt vyřešit pouze s pomocí získaných teoretických znalostí. Největší výhodou je využití těchto znalostí v praxi a příprava studentů na reálnou práci. Ti jsou těmito projekty rozvíjeni v oblasti komplexního myšlení a mnohdy musí zvládnout koordinaci činností na více dílčích částech tohoto projektu zároveň.
- **Praxe** – ačkoliv je tato metoda poměrně oblíbená, nezaručuje automaticky kvalitní výsledek. Vychází se zde z konkrétních zkušeností, které student získá na skutečné pozici v reálném podniku a podobně. Dnešním trendem není příprava studenta na konkrétní pozici, ale výchova komplexních jedinců, kteří se osvědčí na široké škále různých postů.
- **Exkurze** – exkurze může mít významný učební přínos, avšak podobně jako praxe není tento přínos vždy zaručen. Je potřeba, aby této metodě předcházela výuka jinými metodami, jelikož teoretické poznatky zde student nedostane. Největší výhodou jsou praktické zkušenosti, které nemusí být možné jinde získat a pro vnímavější jedince tak jde o možnost propojení teoretických znalostí s praktickými poznatky. Tato metoda je do značné míry závislá na organizační a administrativní přípravě.
- **Brainstorming** – volně přeloženo na „bouře mozků“. Metoda je založena na týmové diskusní činnosti, která vede k velkému množství řešení, mezi nimiž se objevují i netradiční, na které by nebylo jinak možné tak snadno přijít. Obecně je výhodné, že vedle produkce výsledků rovněž podporuje a učí každého jedince. Procvičuje se zde vedle komunikace také spolupráce a konfrontace. Metoda je také zpravidla velmi rychlá, pokud jí předchází kvalitní příprava ze strany koordinátora. Nevýhodou je, že bez kvalitní motivace nebudou mít účastníci potřebu přispět vůbec do diskuze vlastními nápady, či rozvíjet nápady jiných.

- **Výuka podpořená PC** – jedná se o moderní metodu, která se neustále rozvíjí. Výhodná je především dostupnost této metody, její názornost a jednoduchost. Je také velice obsáhlá z hlediska možností dnešních programů, které jsou k dispozici. Podpořit výuku s použitím počítače je dnes tedy poměrně obvyklé. Základním cílem je spíše usnadnění práce pedagogovi, dnešní možnosti však velmi dobře umožňují vytvoření a prezentaci komplexních souborů poznatků, což je výhodné i pro studenty.

Všechny výše uvedené a popsané nástroje či metody lze využít při jakémkoliv procesu výuky či přednesu. Již z principu je patrné, že tyto nástroje svým způsobem usnadňují nebo doplňují, a tedy obohacují výuku. Jednotlivé metody podpory lze využívat samostatně nebo skupinově, přičemž nelze jednoznačně tvrdit, která dosahuje lepších výsledků. Není však potřeba jejich využití nijak obhajovat, neboť je naprosto jasné, že při zvýšené koncentraci dosahují všichni jednotlivci lepších výsledků. A tohoto zvýšení lze dosáhnout právě použitím méně tradičních způsobů výuky nebo alespoň jejím doplněním o některé metody, nutící posluchače nejenom přemýšlet, ale vyvinout i vlastní aktivitu, velmi často také kolektivní. Zároveň některé metody poskytují snazší dostupnost učebních pomůcek, potažmo informací v nich obsažených.

4.2 Výběr konkrétních nástrojů

V kapitole 3.2 byla jako učební pomůcka zvolena **skripta**, protože se jedná o dostupný, přehledný, obsáhlý a ucelený materiál, vhodný k předávání informací. Na základě metod, definovaných v předchozí podkapitole, je následně vybrána konkrétní metodika, respektive specifické didaktické nástroje.

S rozvojem techniky došlo k jednoduchému zpřístupnění velkých objemů dat, a nelze se tedy divit, že dnešním trendem je tvorba materiálů, které jsou volně k dispozici. Dále je snahou zajistit, aby co nejvíce pomáhaly při práci pedagoga a navazovaly případně do jisté míry i suplovaly jeho práci. Protože se zde „navrhuje učební pomůcka – výpočetní metody ve spolehlivosti“, je nejvhodnější z dnešního hlediska zvolit jako hlavní didaktický nástroj „**výuku podpořenou PC**“. V rámci předmětu spolehlivost, lze využít tento nástroj k dosažení požadované názornosti a zpřístupnění jak příkladů, tak i samotných textových kapitol.

Protože se stále jedná o skripta, je součástí učební pomůcky také použití techniky „demonstrace“ a „procvičení“. Demonstrace v tomto případě znamená obrázkové doplnění textového výkladu a procvičení je dosaženo shrnujícími otázkami, které jsou součástí každé kapitoly.

Výuka, podpořená PC v sobě zahrnuje množství možností. Výčet a popis těch nejběžnějších je následující [2]:

- **Multimediální programy** – jedná se o specifické programy, využitelné téměř v každé oblasti. Jejich použití dovoluje obohacení výuky o různá videa, zvukové záznamy, či animace. Jednak tyto programy použití multimédii zprostředkovávají, a v tom případě lze hovořit o přehrávačích, jako např. známé Adobe Flash Player, WinAmp, ale i další, jejich podpůrné součásti jako jsou kodeky a podobně. Dále pak sem patří programy umožňující samotnou tvorbu, či editaci multimédií, jakou jsou Windows Movie Maker, nebo Microsoft PowerPoint.
- **Simulační programy** – jsou určeny k tvorbě modelování praktických příkladů. Jejich využití je v širokém okruhu předmětů. Zpravidla umožňují obohatit text o názorné předvedení reálného příkladu s cílem poukázat na jeho možné výsledky, bez nutnosti značné investice, pro skutečnou ukázkou. Mezi tyto programy lze řadit zřejmě nejznámější Matlab-Simulink, Microsoft Excel, Witness nebo dokonce letecké simulátory (simulace skutečného letu letounem).
- **Výukové programy** – kategorie programů, které podporují samotný proces výuky. Tyto programy mají za účel lépe motivovat nebo vytvořit zjednodušenou expozici přednášené problematiky. Jejich využití je uplatnitelné jak ve výuce (interaktivní tabule apod.), tak při samostudiu. Mezi tyto programy lze zahrnout různé interaktivní učebnice. Obecně jsou vhodné také pro procvičování a jednoduché testování, proto jsou s výhodou využívány například pro výuku jazyků.
- **Informační zdroje** – tvoří doplňující zdroje shrnující další rozsáhlé databáze. Patří zde například archiv, různé internetové vyhledávače, speciální rejstříky, či síťové knihovny.
- **Videokonference** – moderní způsob multimediálního předávání informací, s využitím specifického programového vybavení. Použitím této technologie lze usnadnit přístup k informacím, které nelze jinde sehnat. Usnadnění spočívá v možnosti komunikace bez nutnosti osobního kontaktu. Realizace je možná přes známé programy, jako např.

Skype. Nicméně v dnešní době je poměrně snadné realizovat videokonferenci i bez použití programů, například skrze některé webové stránky. Značnou výhodou je tedy možnost mezinárodní spolupráce univerzit, výměna lektorů a snadná dostupnost vědeckých kapacit.

- **Webové stránky** – primárně umožňují získat dnes již snadno dostupných informací, které jsou nad rámec přednášené problematiky, a jsou tudíž, buď určitou nadstavbou, nebo představují zjednodušení výukového procesu a odkazují na jiné zpracování dané oblasti výuky. Za součást této možnosti lze považovat i **e-learning** – což je vlastně komplexní výuka, využívající internetu a výpočetní techniky.

Pojem **e-learning** je velice obsáhlý. Jedná se o volně přístupný, elektronický, studijní materiál, který je podporován řadou obohacujících možností. Tím v sobě v podstatě zahrnuje většinu dříve jmenovaných možností využití počítačů. Z tohoto důvodu byl vybrán jako **nejvhodnější didaktický nástroj**, pro vytvoření požadované učební pomůcky.

Za součást e-learningu lze považovat všechny podpůrné programy, tedy multimediální, simulační i výukové, případně i odkazy na další internetové zdroje. Zakomponování podpůrných ukázek je zde velmi jednoduché a výhodné, proto bylo i zde použito. Tato metoda je tedy využita k vytvoření **elektronických skript, podpořených multimediálními ukázkami**.

Mezi základní výhody elektronických skript patří, že jsou jednoduše přístupné širokému okolí studentů, jejich jednoduchá obsluha a práce s nimi, snadné vyhledávání a především pak možnost připojit přímo ke konkrétnímu problému uvedené obohacení ve formě např. animací, simulací nebo prezentací, které by v obyčejných, tištěných skriptech nebylo možné. Protože v předmětu spolehlivosti se vyskytují pasáže, které lze takto s výhodou vysvětlit, bylo rozhodnuto o použití těchto doplňků k objasnění některých problémů.

Pro již zvolenou učební pomůcku za použití daných didaktických nástrojů je nasnadě zvolit i způsob demonstrativní didaktické metody. K dispozici je řada prostředků. Protože je potřeba přiměřeným způsobem předloženou teorii demonstrovat i prakticky, je nutné doplnit texty o názorné ukázky ve formě ilustrací, které jsou již klasickou součástí skript. Vedle nich se však objevují i více důmyslné ukázky, umožňující hlubší pochopení a

jasnější vysvětlení návaznosti, či řešení mezi problémy. Mezi prostředky, sloužící k vyjádření demonstrativní metody patří celá řada možností:

- prezentace
- simulace
- animace
- matematické modely
- videozáznam
- audiozáznam

K nejvhodnějším eventualitám, které jsou pro předmět spolehlivost a tvorbu výukové pomůcky vhodné, lze přiřadit prezentaci, simulaci, animaci a videozáznam. Zbylé dva prostředky jsou svým charakterem celkem nepoužitelné, jelikož jsou velmi specifické. Audiozáznam je použitelný pouze při studiu problémů, které lze zvukově zaznamenat. Matematické modely souvisí spíše s teoretickým výpočtovým modelováním systémů.

Z vhodných možností je lepší vybrat jediný způsob, aby byla pomůcka ucelená a jednotná. Není úplně výhodné použít videozáznam, přestože by bylo možné některou část natočit. Tvorba a manipulace s videozáznamem je poměrně složitá, časově náročná a navíc je obtížné pořídit záznamy některých procesů nebo systémů, které s problematikou spolehlivosti souvisejí. K tvorbě simulací slouží speciální programy a k jejich předvedení je pak zpravidla potřeba i tento program. Jinak řečeno není možné dostatečně předvést simulaci a její výsledky bez použití příslušného programu, ve kterém byla simulace tvořena. Ačkoliv se nejedná o nepřekonatelný problém, většina vývojových programů není volně k dispozici a samotný přínos simulace by pravděpodobně nepředčil náklady na její pořízení. Prezentace je určena spíše ke kompletaci učebních textů dohromady s dalšími prostředky. Její přínos spočívá ve zjednodušení textů, vybrání některých zásadních pasáží a propojení s výkladem, případně s nějakými ukázkami. **Pro doplnění textu byly vybrány animace**, a tedy prezentace může následně sloužit jako spojení textu a příslušných animací. Výhodou animací je jejich názornost a jednoduchost. Bez větších problémů lze velmi názorně předvést, jak funguje některý proces, jak lze postupovat v odvození některého výpočtu nebo jak vypočítat konkrétní příklad. Vytvořené animace v sobě kombinují výhody obrázkových příloh, ukazujících skutečné předměty a procesního zapojení v rozsáhlejších systémech, které lze zobrazit jednoduchým pohybem. Animace

potom jednoduše popisují tok procesů. Je velmi výhodné využít právě tohoto prostředku, jelikož lze i poměrně složitou problematiku vysvětlit dostatečně podle potřeby, navíc někdy i vtipně, což ve výsledku ovlivní úspěšnost, potažmo i oblíbenost celé učební pomůcky. Animace lze s výhodou použít i u výpočetních metod, na které je vlastně celá pomůcka zaměřená.

Z předešlého textu je zřejmé, že byla vybrána **elektronická skripta**, která jsou součástí studentských opor konkrétně virtuálního vzdělávání v dopravě. Jsou volně přístupné na internetu, v rámci studijního kurzu. Celá problematika je doplněna o sérii **animací**, které zjednodušeně popisují některé vybrané problémy z oblasti spolehlivosti. Odkazy na animace se potom objevují přímo v textu, ke kterému se vztahují.

5 SESTAVENÍ TEXTŮ

Vzhledem k tomu, že učební pomůcky v podobě elektronických skript jsou již delší dobu poměrně rozšířené, je zřejmé, že určité struktury jsou již vymyšleny a osvědčeny. Z tohoto pohledu bylo tedy poměrně jednoduché rozhodování, jak celou problematiku tvorby studijního materiálu koncipovat. Celkové rozvrhnutí jednotlivých kapitol je tvořeno tak, aby bylo velmi snadno pochopitelné.

5.1 Tvorba textů

Jelikož se jedná o rozsáhlé studijní opory, které obsahují široké spektrum technických předmětů, existuje již určitá základní struktura, do které se jednotlivé texty upravují, a tu lze dále rozvíjet. Podle zvolené struktury byly postupně sestavovány jednotlivé kapitoly, které se zabývaly zásadními částmi spolehlivosti. Šlo o vytvoření dostatečně přehledného a na praxi navázaného učebního materiálu. Vždy je potřeba obsáhnout ty nejzákladnější kapitoly, což platí v kterémkoliv oboru, proto i v tomto případě jsou jednotlivé kapitoly voleny tak, aby společně tvořily ucelený základ při studiu spolehlivosti.

Skripta byla tvořena z více různých zdrojů a jejich tvorbou se zabýval širší kolektiv autorů. Přínosem této práce zůstává sestavení celkem tří kapitol a jejich úprava případně doplnění, společně s vytvořením série celkem devíti animací, podporující výklad v celém jeho průběhu, téměř ve všech kapitolách. Obsah kapitol byl tvořen podle předem zvolených témat, zasazených do požadované e-learningové podoby.

Stručný popis kapitol

Výsledná učební pomůcka začíná základním průřezem problematikou spolehlivosti. Tato kapitola vedle vysvětlení základních pojmů, na které je samozřejmě v průběhu dalšího textu mnohokrát odkazováno, popisuje základní etapy životního cyklu a jejich důsledek na spolehlivost dopravních prostředků. Kapitola poukazuje na praktická období, kterými prochází strojní součásti v průběhu jejich životního cyklu. Společně s tím odkazuje i na náklady spojené s výrobou a provozem. Tím je vytvořeno informační jádro využitelné během celého života, tzn. od prvotní koncepce, přes provoz až po likvidaci. Následuje kapitola, zabývající se kvalitativní analýzou, která hodnotí systémové soustavy z pohledu vlivu jednotlivých částí na bezproblémový chod těchto soustav. Jedná se tedy o studium

vzájemných vlivů součástí. K tomuto se váže problematika četnosti poruch, čehož je využíváno při hodnocení rizik a studiu nebezpečí, které jsou rovněž obsahem této kapitoly. V následující části je podrobně rozepsána problematika pravděpodobnosti, která vnáší první matematickou kvantifikaci. Jsou zde rozebrány všechny základní, nejčastější rozdělení pravděpodobnosti, kterých je využíváno při hodnocení ve spolehlivosti. Kapitola je doplněna o problematiku náhodné veličiny, v souvislosti s určováním parametrů u zmíněných rozdělení pravděpodobnosti (bodové a intervalové odhady).

Kapitola čtvrtá využívá znalostí z předešlých kapitol při posuzování obnovovaných a neobnovovaných systémů. Dříve zmíněné analýzy souvislostí jsou zde pomocí pravděpodobnosti kvantifikovány a více konkretizovány. Tato část tedy rovněž definuje pojmy vztahující se k teorii obnovy, včetně procesů s okamžitou a konečnou dobou obnovy. Následující úsek se věnuje praktickým dopadům poruch jak na soustavy, tak na jednotlivé části nejen dopravních celků. Jedná se tedy o definici pojmů, popisu vzniku těchto poruch a jejich následné vlivy. Stěžejní částí je problematika opotřebení strojních součástí, které poukazují na skutečnost, že strojní celky podléhají již zmíněnému etapovému rozvrhnutí. V závislosti na těchto opotřebeních jsou představeny údržbové plány. Tyto plány v sobě zahrnují znalost veškerých předešlých kapitol, a tvoří tedy jednu z nejdůležitějších částí spolehlivosti. Z praktického hlediska jsou využívány pro dosahování maximální využitelnosti strojů v průběhu života, při minimalizaci nákladů. Tvoří tak první komplexní praktický výstup. Vedle tohoto, je obsahem další kapitoly problematika zkoušek spolehlivosti. Tyto zkoušky jsou využívány zejména při zjišťování, respektive ověřování parametrů, dříve zmíněných pravděpodobnostních rozdělení. Zde se jedná o vskutku praktické zkoušky, které probíhají na skutečných strojních součástech nebo celcích. Podrobně jsou popsány všechny základní typy, včetně zkoušek zkrácených a zrychlených. K těmto zkouškám se přímo váže znalost tvorby zkušebních plánů a postupy jejich vyhodnocování. Kapitola sedmá je určitým shrnutím všech získaných znalostí a jejich aplikací do funkční bezpečnosti. Věnuje se jejímu hodnocení a podrobně popisuje celý životní cyklus.

5.2 Ukázka textů

V rámci demonstrace tvorby popisovaného učebního materiálu je dále použit výňatek z kapitoly 6, konkrétně z kapitoly, zabývající se zkouškami spolehlivosti. Tato ukázka

představuje praktickou realizaci doposud uvedených metod a nástrojů. Jsou použity pouze výňatky z této kapitoly. Celá vytvořená část kapitoly je v příloze A na CD nosiči. Výňatky jsou záměrně voleny tak, aby bylo možné ukázat celou škálu použitých prvků. Zkrácená a vložená ukázka textu je označena svislou čarou na pravé straně a její číslování, spolu s číslováním vzorců, tabulek a obrázků je samostatné v rámci této kapitoly a nesouvisí tedy s číslováním v této diplomové práci. Zároveň celkové formátování textu je převzato z originálního formátu skript, proto je odlišné od této práce. Průběžně je ukázka doplněna komentáři, které popisují jednotlivé sekce.

6 ZKOUŠKY SPOLEHLIVOSTI

Zkoušky spolehlivosti vychází ze stochastického přístupu k plánování a vyhodnocování těchto zkoušek. Stochastický charakter zkoušených veličin znamená pracovat s náhodnou veličinou, nikoli deterministickou. Deterministické veličiny vykazují vysokou stabilitu zjištěných hodnot a je proto možné náhodné vlivy zanedbat, u náhodných veličin však dochází ke změnám hodnot s určitou pravděpodobností. Pravděpodobnost tak hraje důležitou roli při popisu a zkoumání náhodných veličin a nelze ji při zkouškách spolehlivosti ignorovat.

Cílem zkoušky spolehlivosti je experimentální určení nebo ověření ukazatelů spolehlivosti. Za ukazatel považujeme typ a parametry rozdělení náhodné veličiny, která popisuje zkoumaný jev. Zkoumaný jev může být doba do poruchy (bezporuchovost), doba údržby (udržovatelnost), logistické zpoždění údržby (zajištěnost údržby), pohotovost, doba života výrobku (životnost). Pokud je rozdělení náhodné veličiny popsáno více než jedním parametrem, např. normální nebo Weibullovo rozdělení, hovoříme o určení parametrického vektoru rozdělení.

Tento úryvek znázorňuje úvodní část kapitoly, která si klade za cíl seznámit čtenáře s obsahem dané kapitoly a uvést jej do obrazu. Toto úvodní slovo je zahrnuto v každé hlavní kapitole.

Následuje úvodní rozdělení každé podkapitoly, které je členěno dle sestavené e-learningové osnovy. Lze zde nalézt formality usnadňující přístup k danému učivu, konkrétně potřebný studijní čas a cíl samotné podkapitoly, který do jisté míry kopíruje její obsah. Poté je v textu umístěna část nejdelší, a sice část výkladová.

6.1 Typy zkoušek spolehlivosti



Čas ke studiu: 1 hodina



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- definovat základní pojmy vztažené ke zkouškám spolehlivosti,
- popsat zkoušky spolehlivosti klasifikované podle cíle a účelu.



Výklad

Pro správné zhodnocení zkoušek spolehlivosti je nutné brát v úvahu důležité aspekty zkoušek spolehlivosti [4]. Výběr zvolených aspektů:

- musíme technicky správně vyhodnotit výsledky pozorování (vzniklé jevy), které nastaly v průběhu zkoušky. Musí proto existovat pevné zásady klasifikace jevů (např. poruch), které budou nebo nebudou započítány do celkového hodnocení zkoušky, (krádež pneumatiky u automobilu není jev „započitatelný“ do zkoušky životnosti pneumatik, i když pro majitele automobilu v jistém smyslu ano).
- z časových a ekonomických důvodů nemůžeme četnost sledovaných jevů (např. počet poruch) libovolně zvětšovat. Zejména ve vývojových fázích výrobku by docházelo k neúnosnému prodlužování zkoušky a tím i doby vývoje výrobku.
- přestože jsme při zkoušce získali malý počet údajů, pracujeme s cenzurovaným souborem dat, jsme nuceni závěry zobecnit a rozšířit na celý soubor výrobků.

Definování vybraných základních pojmů, které se vztahují ke zkouškám spolehlivosti dle [5]:

- Zaručovaný ukazatel** - je ukazatel, zaručovaný po stanovenou dobu s určitou pravděpodobností, t.j. s určitou konfidenční úrovní.
- Konfidenční úroveň** - je pravděpodobnost, s jakou se daný ukazatel spolehlivosti nachází v předem stanovených mezích, t.j. v konfidenčním intervalu.
- Konfidenční interval** - je interval (omezený dolní a horní mezí), do něhož ukazatel spolehlivosti padne s předem zadanou pravděpodobností.
- Zkušební plán** - je soubor pravidel, kodifikující způsob provedení zkoušky.
- Ekvivalentní (kumulativní) doba zkoušky** - je kumulativní doba provozu všech zkoušených výrobků. Její hodnota je závislá na době trvání zkoušky, počtu zkoušených výrobků, počtu poruch a typu zkušebního plánu.

...

V úvodu nejdelší textové části lze zpravidla nalézt soubor základních pojmů, které jsou dále v textu používány. Vedle těchto pojmů je na úplném začátku výkladu připomenut

význam celého učiva a jeho důsledky v praxi. Zkoušky spolehlivosti vycházejí přímo z praktických zkušeností, a proto je vhodné toto na začátku podkapitoly vyzdvihnout.

Zkoušky spolehlivosti podle cíle, ke kterému slouží

Zkoušky určující

Cílem je s využitím experimentálních dat stanovit typ rozdělení náhodné veličiny a parametry rozdělení. Před zahájením zkoušky neexistují **žádné předpoklady** o rozdělení náhodné veličiny ani o parametrech rozdělení. Zkoušky se používají v situaci, kdy zkoumáme nám doposud neznámý výrobek nebo jev. Výrobek např. obsahuje novou technologii a nelze uplatnit zkušenosti získané se starší generací výrobků.

Zkoušky ověřovací

Cílem je s využitím experimentálních dat ověřit, zda hodnota zjištěných ukazatelů souhlasí s předem stanovenými požadavky. Požadavky jsou zpravidla stanoveny technickou dokumentací, smluvním ujednáním apod. Využívá se **zkušeností z předchozích zkoušek** s obdobnými výrobky, je nám znám typ rozdělení a ověřujeme dosažené parametry rozdělení.

...

Zkoušky spolehlivosti podle účelu

Typové zkoušky

Účelem zkoušky je získat informace o spolehlivostních vlastnostech funkčních vzorků, prototypů. Ověřují se použitá řešení a zpravidla se nepožaduje provést interpretaci číselných charakteristik na sériovou produkci.

Periodické zkoušky

Účelem zkoušky je získat informace o sériově vyráběné produkci, z výsledků zkoušek náhodně vybraných výrobků usuzujeme na vlastnosti celé série vyrobených výrobků.

Výklad je v této části rozšířen o další souvislosti. Zde konkrétně navazuje text dělením vlastních zkoušek spolehlivosti, jak z hlediska cíle, tak z hlediska použití. Rovněž je zde každá zkouška podrobněji vysvětlena.

Následuje další podkapitola, která navazuje na dříve probrané zkoušky spolehlivosti a rozšiřuje je o praktické využití zkušebních plánů, které jsou dále v této podkapitole podrobně vysvětleny. Opět jsou v úvodu umístěny formální informace o studijní náročnosti textu a stručný obsah.

6.2 Zkoušky spolehlivosti s využitím zkušebních plánů



Čas ke studiu: 2 hodiny



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- ✚ určit typy zkušebních plánů,
- ✚ vyhodnotit a použít výsledky ze zkušebních plánů.



Výklad

Z důvodu nemožnosti testování celé populace (základního souboru), což by vedlo k destrukci všech kusů (nebylo by co dodat odběrateli) a neúměrně dlouhé době zkoušení, se používá aplikace zkušebních plánů na náhodném výběru zkušebního vzorku z populace. Z výsledků těchto zkoušek se usoudí vlastnosti celé populace.

Zkušební plán je soubor pevných pravidel definujících průběh a způsob ukončení zkoušky na zkušebním vzorku. Nejčastěji se jedná o ověření parametrů daného statistického rozdělení základního souboru, a proto můžeme zkoušky spolehlivosti s využitím zkušebních plánů považovat za zkoušky ověřovací.



SIMULACE

Zkoušky spolehlivosti s využitím zkušebních plánů

V této podkapitole je úvodní text doplněn o zjevně nejpodstatnější část. Stěžejní součástí těchto elektronických skript jsou již dříve zmíněné multimediální doplňky - animace. Formálně jsou všechny odkazy označeny jako simulace, jelikož se ve většině případů jedná o simulaci určitého procesu. V tomto případě je zde umístěna animace, která grafickou formou vysvětluje podstatu zkušebního plánu, jeho tvorbu, respektive jeho vstupní údaje, a jeho finální podobu společně s výstupy.

6.2.1 Rozdělení zkušebních plánů

Zkušební plány jsou rozděleny do čtyř základních skupin podle omezujících podmínek vycházejících z praktického použití zkušebních plánů:

- ✚ **Úplný zkušební plán** – tento typ popisuje případ, kdy v průběhu zkoušky dojde k poruše u všech zkoušených výrobků, které byly vhodně vybrány z dané

populace. Výrobky nejsou obnovovány ani nahrazovány. Čas zkoušky končí poruchou posledního zkoušeného výrobku.

✚ **Zkušební plán cenzurovaný počtem poruch r-plán** – Zkouška je limitována předem zvoleným počtem poruch výrobků r_0 a náhodnou veličinou je doba do poruchy. Výrobky po poruše se buď nenahrazují, nahrazují nebo opravují. Souboru údajů, které získáme r-plánem, říkáme cenzurované soubory I. typu nebo cenzurované počtem poruch.

✚ **Zkušební plán cenzurovaný dobou do poruchy t-plán** – Zkouška je limitována zvolenou dobou trvání zkoušky τ_0 a náhodnou veličinou je počet poruch, které se u zkoušených výrobků vyskytnou. Výrobky po poruše se buď nenahrazují, nahrazují nebo opravují. Souboru údajů, které získáme t-plánem, říkáme cenzurované soubory II. typu nebo cenzurované dobou trvání zkoušky.

...

Tato část představuje nižší úroveň podkapitoly, která podobně jako předchozí předvádí dělení zkušebních plánů. Do jisté míry se jedná o vysvětlení základních pojmů, neboť další teorie se o tyto plány opírá.

Následuje uvedení teoretických znalostí do praktického značení za použití definovaného způsobu. Jedná se o normované značení, ale pro lepší zobrazení je vysvětlivka volena formou přehledné tabulky, a nikoliv oficiálním odkazem z normy. Pro lepší představu je zde umístěn ještě krátký příklad, který má předvést, jak vypadá zápis skutečného plánu, na který lze v praxi narazit.

✚ Značení zkušebních plánů

Zavedené symbolické značení zkušebních plánů se provádí zápisem uspořádané trojice symbolů: $[n, X, Y]$, kde jednotlivé symboly jsou vyjádřeny v tabulce 6.1.

Tab. 6.1 - Značení zkušebních plánů

n		počet zkoušených výrobků
X využití výrobků	U	po poruše není výrobek opravován ani vyměněn a je vyřazen ze zkoušky
	R	po poruše je výrobek nahrazen novým
	M	po poruše je výrobek opraven a pokračuje ve zkoušce
Y typ plánu	r	označení r-plánu, který je omezen maximálním počtem poruch r_0 [-] během zkoušky. V okamžiku, kdy dojde k r_0 - té poruše, zkouška končí.
	t	označení t-plánu, který je omezen dobou trvání zkoušky τ_0 [h]. V okamžiku, kdy je dosaženo času τ_0 , zkouška končí

Pro potřebu zpracování údajů se zavádí ještě pojem tzv. **statistický rozsah vzorku** N , který vyjadřuje skutečný počet zkoušených výrobků při použití plánu s nahrazováním výrobků: $N = n + r_0$

Příklad 6.1 Zkušební plány

Vysvětlete, co znamená zápis $[n, R, r]$ a $[n, U, \tau]$.

Řešení:

$[n, R, r]$ jedná se o r-plán, kdy do zkoušky bylo vybráno n neobnovovaných objektů, které se po poruše nahradí novými a doba zkoušky končí po r_0 -té poruše.

$[n, U, \tau]$ jedná se o t-plán, kdy do zkoušky bylo vybráno n neobnovovaných objektů, které se po poruše nenahrazují novými ani neopravují, ale vyřadí se zkoušky a doba zkoušky končí po dosažení τ_0 času.

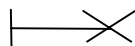
V této části je podobně jako v předešlé popsáno dohodnuté značení časových veličin (doby do poruchy, případně samotných poruch). Rovněž je zde první pokus o implementaci matematické analýzy. Časové veličiny popisují trvání zkoušek, respektive životnosti jednotlivých výrobků, proto je jejich znalost velmi důležitá. Navíc výsledky těchto zkoušek přímo ovlivňují další výpočty, například nákladové, takže pozornost je na místě.

Jednotlivé vzorce jsou pro větší přehlednost uspořádány v jedné tabulce, jelikož vycházejí ze stejného základu a principiálně jsou si velmi podobné.

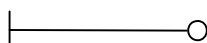
Časové veličiny zkušebních plánů

Při zkouškách spolehlivosti pomocí zkušebních plánů jsou určující časové veličiny, které popisují chování zkoušených výrobků. Pokud se při zkušebním plánu stanoví maximální doba zkoušky (t-plány, progresivně cenzurované plány) pak mohou nastat dva případy:

- v čase t_i nastane u jednoho výrobku porucha, přičemž doba t_i je menší než doba zkoušky τ_0 , $t_i \leq \tau_0$, tzv. ukončený interval, tento stav označujeme symbolem:



- před uplynutím stanovené doby zkoušky τ_0 nenastane porucha jednoho výrobku, neukončený interval, symbolické značení:



Důležitou časovou veličinou reprezentující průběh zkoušky je **akumulovaný pracovní čas** T_{AKU} [h]: celková doba, kterou byly všechny výrobky po dobu zkoušky v provozu. Její výpočet závisí na zvoleném typu zkušebního plánu a je zobrazen v tab. 6.2.

Tab. č. 6.2 - Výpočet akumulovaného pracovního času

r-plán	U	$T_{AKU} = \sum_{i=1}^{r_0} t_i + (n - r_0) \cdot \tau$	(6.1)
	R	$T_{AKU} = n \cdot \tau$	(6.2)
	M	$T_{AKU} = \sum_{i=1}^{r_0} (\tau - O_i) + (n - r_0) \cdot \tau$	(6.3)
t-plán	U	$T_{AKU} = \sum_{i=1}^r t_i + (n - r) \cdot \tau_0$	(6.4)
	R	$T_{AKU} = n \cdot \tau_0$	(6.5)
	M	$T_{AKU} = \sum_{i=1}^r (\tau_0 - O_i) + (n - r) \cdot \tau_0$	(6.6)

Značení je uvedeno v tab. 6.1, dále:

- τ doba zkoušky, od počátku do vzniku r_0 -té poruchy [h]
- r počet poruch vzniklých na souboru n výrobků, během zkoušky [-]
- O_i čas potřebný na opravu i -tého výrobku [h]

Část, která následuje je v této kapitole velmi podstatnou součástí teoretického textu, jelikož jej váže na praxi. Jedná se zde o využití samotných zkušebních plánů při zkoušení

vybraných výrobků a o způsob jejich vyhodnocování. Plní zde tak syntetickou funkci teoretických znalostí a praktických problémů.

Součástí této syntézy je i příklad na procvičení znalostí. Příklad je zde vypočten standardní metodou, včetně ukázky skutečné výpočtové tabulky a dovoluje tak následnou kontrolu postupu. Lze zde nalézt jak teoretické vzorce, tak skutečná dosazení, spolu s grafickým nákresem realizovaného zkušebního plánu.

6.2.2 Použití a vyhodnocení zkušebních plánů

✚ Příkladem použití **t-plánů** je sledování bezporuchovosti obnovovaných výrobků. Stanovíme časový interval např. jeden měsíc a po tuto dobu sledujeme výskyt poruch u jednotlivých výrobků zařazených do zkoušky (např. $n = 20$ výrobků). Pokud dojde k poruše, tak je u porouchaného výrobku přerušena zkouška a provedena oprava. Po provedení opravy zkouška pro tento výrobek pokračuje. Symbolicky tento plán můžeme zapsat: $[n, M, t]$, kde $n = 10$ a $\tau_0 = 30$ dní, soubor je tedy cenzurován dobou zkoušky τ_0 .

Příklad 6.2 Výpočet akumulovaného pracovního času za pomoci t-plánu

Určete akumulovaný pracovní čas pro skupinu opravovaných výrobků, doba trvání zkoušky je 30 dní, tj. 720 hodin. Graficky znázorněte použitý zkušební plán.

Vstupní údaje: $n = 20$, $\tau_0 = 720$ h

Tab. č. 6.3: Doby opravy výrobku

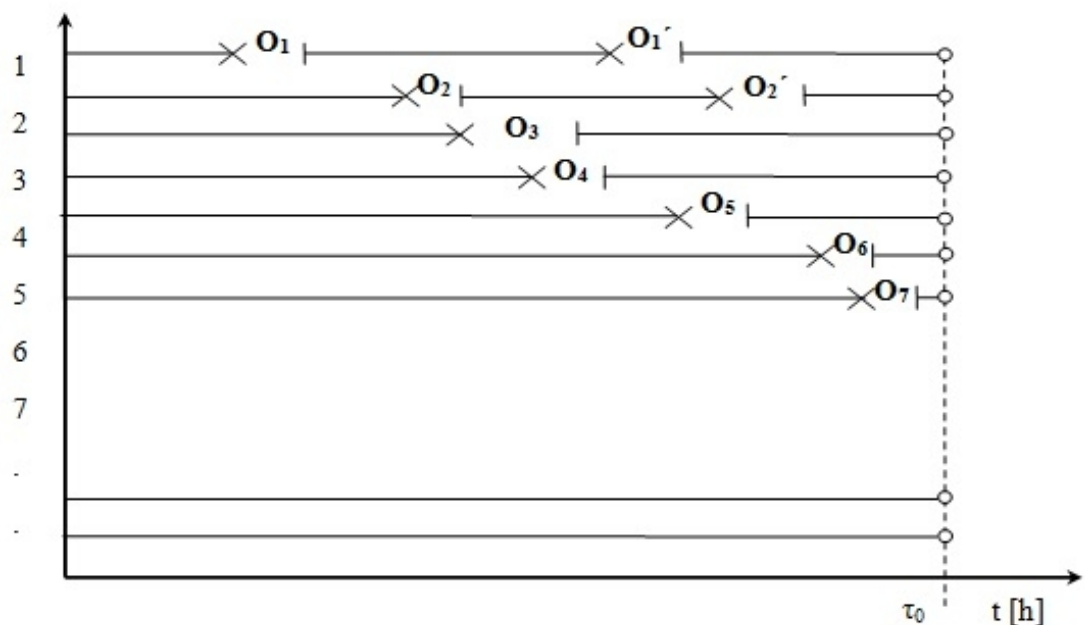
Evidenční číslo výrobku	Doba provozu do vzniku poruchy [h]	Doba údržby [h]	Doba provozu do vzniku další poruchy [h]	Doba údržby [h]
1	96	72	192	72
2	192	48	192	72
3	240	96	-	-
4	288	72	-	-
5	408	72	-	-
6	552	48	-	-
7	600	48	-	-
8	-	-	-	-
9	-	-	-	-
10	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
20	-	-	-	-

Z grafického znázornění je patrné, že v době před ukončením zkoušky se vyskytlo $r = 7$ poruch (u dvou výrobků opakovaně, celkově je poruch 9) a zkušební plán je ukončen po uplynutí doby 30 dní. Dále u $(n-r = 13)$ výrobků k žádné poruše nedošlo. Během doby zkoušky byly výrobky po poruše opraveny a vráceny. Proto lze zjednodušeně napsat, že se jedná o plán $[n, M, t]$ a výpočet akumulovaného pracovního času provést podle vztahu (6.6):

$$T_{AKU} = \sum_{i=1}^r (\tau_0 - O_i) + (n-r) \cdot \tau_0$$

$$T_{AKU} = [720 - (72 + 72)] + [720 - (48 + 72)] + (720 - 96) + (720 - 72) + (720 - 72) + (720 - 48) + (720 - 48) + (20 - 7) \cdot 720$$

$$T_{AKU} = 13800 \text{ h}$$



Obrázek 6.1- Grafické vyjádření t-plánu

Akumulovaný pracovní čas byl stanoven na 13 800 h, což odpovídá 575 dní.



SIMULACE

Výpočet akumulovaného pracovního času za pomoci t-plánu.

...

V podkapitole je opět umístěna animace, která graficky ukazuje průběh tvorby a výpočet akumulovaného pracovního času t-plánu. Respektive jedná se o další příklad, který je zobrazen v rámci dostupné technologie a pomáhá tak uživateli s pochopením dané látky. Tyto animace jsou vkládány vždy bezprostředně za problematiku, které se týkají, aby byly snadno přístupné a navazovaly na učivo.

Následuje kapitola, věnující se vyhodnocování uvedených zkušebních plánů – konkrétně stanovení parametrů hledaného rozdělení. V ukázce se vyskytují dvě používaná rozdělení pravděpodobnosti.

Způsoby vyhodnocení zkušebních plánů

Cílem vyhodnocení zkušebních plánů je **stanovení parametrů rozdělení základního souboru**, a to z odhadu zjištěného při zkoušce. Při odhadu parametru rozdělení a stanovení potřebného rozsahu zkoušky se s výhodou využije statistika, která vyjadřuje vztah mezi parametry odhadu (zjištěného z výsledků zkoušky) a základního souboru. Pro tuto statistiku platí, že je odvozena z chí-kvadrát rozdělení. Za předpokladu, že známe typ rozdělení základního souboru, lze stanovit interval, ve kterém leží hledaný parametr základního souboru na stanovené konfidenční úrovni. Má-li základní soubor **exponenciálního rozdělení**, platí:

$$P\left(\chi_{2v,1-\alpha/2}^2 \geq 2v \frac{\hat{\Theta}}{\Theta_0} \geq \chi_{2v,\alpha/2}^2\right) = (1 - \alpha) \quad (6.7)$$

Má-li základní soubor **Weibullovo rozdělení**, platí:

$$P\left(\chi_{2v,1-\alpha/2}^2 \geq 2v \left(\frac{\hat{\Theta}}{\Theta_0}\right)^m \geq \chi_{2v,\alpha/2}^2\right) = (1 - \alpha) \quad (6.8)$$

Tento zápis vyjadřuje, že příslušný hledaný parametr rozdělení základního souboru Θ_0 (typicky se používá střední hodnota T_s), leží ve vymezených mezích s pravděpodobností $(1-\alpha)$, to jest na zvolené konfidenční úrovni C . Použité výrazy mají následující význam:




$\chi_{2v,1-\alpha/2}^2$	hodnota statistiky chí-kvadrát pro $2v$ stupňů volnosti na úrovni konfidence $C = 1-\alpha/2$.
v	počet stupňů volnosti, který se určí pro cenzurované soubory jako: $v = (r + 1)$ a pro úplné soubory jako $v = r$, kde r je počet poruch, které nastaly při zkoušce

Θ_0	hledaný parametr rozdělení základního souboru, typicky střední hodnota doby do poruchy populace
$\hat{\Theta}$	odhad parametru rozdělení ze zkoušky, vypočítaný ze zkoušeného vzorku
M	parametr tvaru Weibullova rozdělení

Tato statistika v sobě implicitně vyjadřuje všechny veličiny, t.j. počet poruch, hladinu významnosti a rozsah zkoušky. Tuto skutečnost nejlépe vyjádříme v upraveném vztahu pro jednostrannou konfidenční mez, např. dolní odhad střední hodnoty \hat{T}_{SD} za předpokladu exponenciálního rozdělení:

$$\hat{T}_{SD} \geq \frac{2 \cdot T_{AKU}}{\chi_{2v, 1-\alpha}^2} \quad [\text{h}] \quad (6.9)$$

Vztahem (6.9) lze vyjádřit vzájemnou závislost základních veličin důležitých pro určení parametrů zkoušky:

<ul style="list-style-type: none">  Kolik výrobků zkoušet?  Jak dlouhá má být zkouška?  Jaká je dosažená hladina konfidenční úrovně? 	}	implicitně vyjádřeno v T_{AKU}
---	---	----------------------------------

Pokud známe odpovědi na 2 z těchto otázek, lze třetí stanovit předchozím vztahem a z výpočtu T_{AKU} z kapitoly 6.2.1. Podobně lze stanovit i horní odhad střední hodnoty \hat{T}_{SH} :

$$\hat{T}_{SH} \leq \frac{2 \cdot T_{AKU}}{\chi_{2v, \alpha}^2} \quad [\text{h}] \quad (6.10)$$



Shrnutí pojmů

Typy zkoušek spolehlivosti (rozděleny podle cíle a účelu)

Zkušební plány a jejich typy

Zkrácená zkouška do 1. poruchy

...

Bezprostředně za výkladovou částí textu následuje celkové shrnutí probrané látky. Hlavním účelem je utřídění velkého množství informací a výběr podstatných mezníků,

kteřé se v průběhu výkladu použily. Zpravidla se zde objevují základní typy rozdělení, druhy prvků nebo popisy nejpoužívanějších systémů a podobně.

Předposlední částí jsou otázky. Ty tvoří rovněž velmi podstatnou součást skript, jejich přínos spočívá v možnosti jednoduché kontroly pozornosti. Většinou se týkají těch nejdůležitějších pojmů z předchozí kapitoly a pomáhají tak upevnit dosud získané vědomosti. S výhodou je lze s drobnými úpravami použít při testování studentů, zpravidla zahrnují celou širší probrané látky.



Otázky

1. Typy zkoušek spolehlivosti a podmínky použití.
2. Použití zkušebních plánů, typy zkušebních plánů a organizace zkoušek spolehlivosti.
3. Definice akumulovaného pracovního času.
4. Výpočet dolních, horních a oboustranných odhadů při použití zkušebních plánů.

...



Další zdroje

[1] BRIŠ, Radim, LITSCHMANNOVÁ, Martina. *Statistika I. pro kombinované a distanční studium*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 2004. 391 s. Dostupný z WWW: <<http://am.vsb.cz>>.

[2] BRIŠ, Radim. *Teorie spolehlivosti*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2007. 126 s. Dostupný z WWW: <<http://am.vsb.cz/bris>>.

...

Poslední součástí každé kapitoly je odkaz na zdroje. Jedná se o zdroje, ze kterých bylo čerpáno při tvorbě těchto skript a také o zdroje, ze kterých lze získat doplňkové informace. Přestože skripta si kladou za cíl, aby obsáhla problematiku v celé šíři a podrobně popsala všechny zákoutí, není úplně možné sem vložit veškeré podpůrné informace. Například pojem pravděpodobnosti nebo některé další výrazy používané ve statistice jsou samy o sobě velice komplexním učivem. Zde je však použit pouze zlomek celé vědy. K popisu tedy stačí povrchní výtah z celé problematiky. Zbytek lze nastudovat z další literatury.

6 TVORBA ANIMACÍ

Animace při tvorbě elektronických skript tvoří stěžejní část pro bližší pochopení vybraných kapitol. Rovněž lze tvrdit, že časová náročnost při tvorbě animací je srovnatelná s časovou náročností při psaní textu. Volba typu a způsobu animace vychází z konkrétních textů, respektive přímo z jejich důležitosti. Snahou bylo tvořit animace tam, kde je zpravidla problém při pochopení samotného textu, potažmo při osvojování postupů určených k řešení problematiky.

6.1 Výběr programu

Pro tvorbu animací je k dispozici celá řada programů, které lze využít. Obecně se dá říci, že princip tvorby je velmi podobný a ovládání není nijak náročné, jeho složitost však závisí na kvalitě manuálu a dostupnosti externí podpory.

Nejdůležitějšími kritérii při zvolení vhodného programu byly následující:

- **Výstup** – existuje řada typů výstupu, ve kterých lze následně animace dále prezentovat. Ne všechny jsou však vhodné pro elektronická skripta a s každým se pracuje mírně odlišně. Některé formáty vyžadují externí přehrávač. Požadavkem je, aby animace byla spustitelná kdekoli, bez přidavných programů. K dispozici jsou formáty:
 - .swf – klasický formát, který podporuje zřejmě každý program. Jeho největší výhodou je hlavně malá velikost výstupního souboru. Jeho spuštění je však podmíněno existencí Adobe Flash Player.
 - .exe – formát určený k autonomnímu přehrávání v prostředí Windows. Jeho velikost je sice obvykle daleko větší než ve formátu „.swf“, ale jeho spuštění je možné bez jakýchkoliv přidavných programů.
 - .gif – jedná se o poměrně jednoduchý formát, který v podstatě přehrává sérii obrázků, které tvoří pohyblivou sekvenci. Rovněž je možné jej spustit ve standardním prohlížeči Windows. Tento formát je vhodný spíše pro jednodušší animace. Zpravidla nedosahuje takové kvality jako jiné formáty.
 - .avi – klasický videoformát, který je podporovaný standardním Windows videopřehrávačem. Nevýhodou formátu je, že je poměrně velký. Výhodou je, že ho lze bez větších problémů zastavit, spustit a posunout. Problém může být při nastavení parametrů exportu, většinou dojde ke snížení kvality.

- **Cena** – jsou sice dostupné programy, které jsou zcela zdarma, jejich funkce však zpravidla nedosahují kvalit placených programů. Existuje však také řada programů, které jsou k dispozici alespoň jako demoverze, s určitým omezením.
- **Ovládání** – definuje hlavně celkovou pracnost tvorby animací. Většina programů má relativně jednoduché a intuitivní ovládání. Rovněž bývá k dispozici celá řada možných zjednodušení a urychlení.
- **Vybavenost** – dostatečná rozmanitost funkcí, kterou program nabízí. Jedná se hlavně o předdefinované funkce, které umožní práci s konkrétními objekty, jako například animace zvětšení a podobně.
- **Kompatibilita** – jedním z požadavků je také kompatibilita s jinými programy. Je vhodné, aby program zvládnul bez větších problémů převod klasických obrázků, videa, či dalších různých textových boxů. Na kompatibilitě je totiž do jisté míry závislá také konečná kvalita výstupu, neboť import v sobě vždy nese určitou redukci kvality, ať už obrázku nebo textu.

Podle výše uvedených kritérií byly vybírány programy, ve kterých lze jednotlivé animace vytvářet. Existuje celá řada programů a je velmi problematické celkovou kvalitu a možnosti odhadnout. Teoreticky lze všechny animace vytvořit i v tom nejjednodušším programu, který je k dispozici v základní výbavě Windows, a to „Malování“. Se zvýšenými nároky na vzhled animací však neúměrně rostou požadavky na vybavení programu, jehož hlavním úkolem je celou tvůrčí práci maximálně usnadnit a přitom nabídnout dostatečnou variabilitu funkcí. To o tomto základním programu prohlásit nelze. S ohledem na uživatelské recenze tedy bylo postupně vybráno několik programů, které byly vyzkoušeny. Výběr byl zaměřen speciálně na ty, které jsou určeny primárně pro tvorbu animací. Z nabízených možností byly vzaty k posouzení následující:

1. *Swish Max 4* – dobře vybavený nástroj pro tvorbu animací. Jeho hlavní předností je plná kompatibilita importu různých souborů – od obrázků, přes video až po jiné animace. Program má velké množství předdefinovaných funkcí pro práci s objekty. Samotné ovládání programu je intuitivní. Výhodným doplněním je i kvalitně zpracovaný manuál.
2. *Macromedia Flash 8* – zřejmě nejrozsáhlejší a nejvíce vybavený program, rovněž také nejdražší. Nabízí tvorbu a editaci prakticky na profesionální úrovni. Práce s tímto programem je mírně složitější a má svá úskalí v porovnání s ostatními.

Navíc nenabízí export do autonomně spustitelného souboru, což je jeho největší handicap.

3. *CoffeeCup Firestarter* – tento program je vhodný spíše pro tvorbu jednodušších animací, především internetových bannerů. Přestože by mohl být využit ke tvorbě rozsáhlejších animací, práce s ním je jeho zamýšleným použitím ovlivněna. Nenabízí tedy takové možnosti, jako ostatní uvedené programy.
4. *SWF Quicker* – software, který je srovnatelný s prvním uvedeným. Jeho skladba i funkce jsou velmi podobné, dokonce rozložení je takřka shodné. Program je však trochu chudší a o trochu méně vybavený různými předdefinovanými objekty a animacemi.

Protože nelze důkladně vyzkoušet větší množství programů, je výhodné si z dostupných informací vybrat několik vhodných programů. Jelikož s každým softwarem je trochu odlišná práce, je později i problematické pracovat s více programy najednou. Z toho důvodu byl **pro hlavní práci na zamýšlených animacích vybrán program Swish Max 4**.

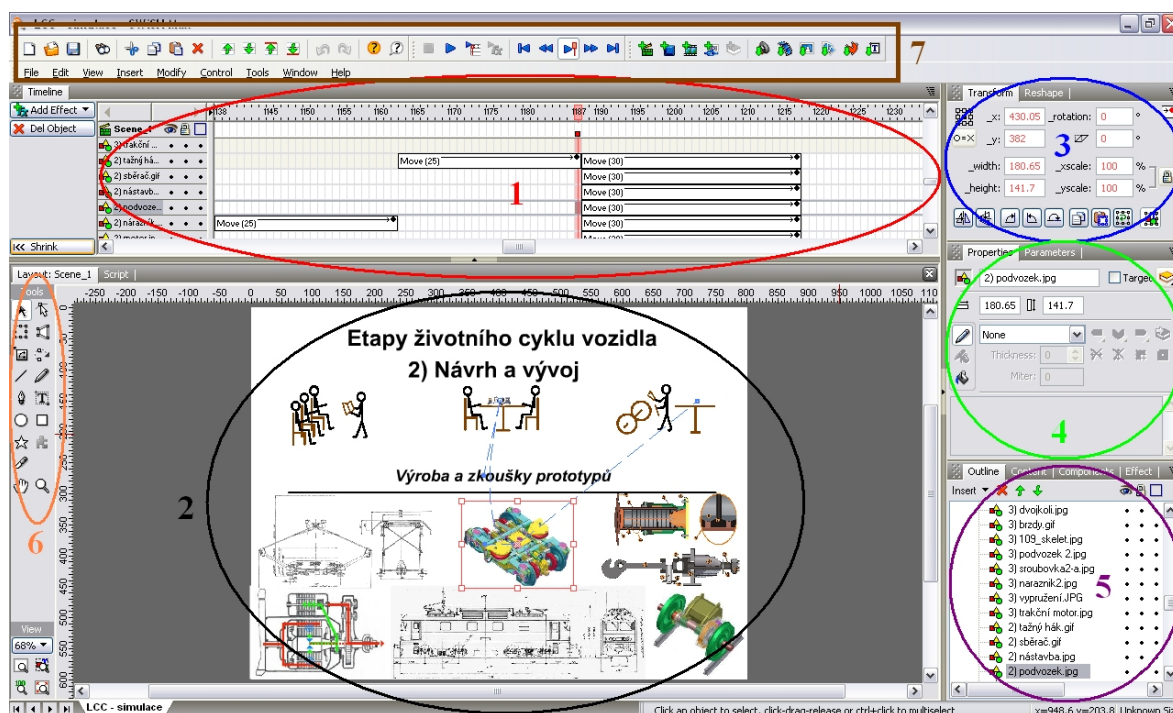
Po prvotním vyzkoušení se ukázalo, že základním kritériem je, aby všechny programy zvládly konverzi do formátu „.exe“, jelikož ostatní formáty se jevíly rozmazané nebo měly celkově nižší kvalitu zobrazování. Navíc velkou výhodou byla jistota, že animaci lze spustit všude, takže byl tento formát vybrán i přesto, že velikostně nepatří k nejmenším. Tímto byly vyřazeny některé programy. Co se týče cenové dostupnosti, je většina kvalitních programů placených. Všechny tyto programy dávají k dispozici demoverze, které jsou různými způsoby omezeny.

6.2 Program Swish Max 4

Tento program byl využit při každé animaci. Drtivá většina z nich v něm byla vytvořena úplně. Plně vyhovuje kritériím, která byla při výběru stanovena. Software umožňuje výstup do všech dříve zmiňovaných formátů. Ovladatelnost je velice intuitivní a snadná a rovněž bohatost funkcí je dostačující. Zároveň umožňuje i programovat vlastní funkce, za pomoci integrovaného skriptovacího jazyku (ten byl využit například pro ovládání animace).

Vybraný software obsahuje celou řadu nástrojů pro snadnou tvorbu objektů a následné řízení jejich pohybu a manipulaci s nimi. Zároveň dovoluje aplikaci efektů, jakož i

zjednodušení v podobě práce s více objekty najednou. Další výhodou, kterou nelze opomenout, je jednoduchý import obrázků a jiných animací, který ve výsledku velmi zjednodušil manipulaci se všemi objekty. To vše vedle úspory času přineslo rovněž zachování kvality, neboť nebylo nutné provádět žádnou konverzi. Program rovněž zvládá vzájemnou spolupráci s dalšími podobnými programy a je tudíž plně využitelný jeho potenciál – dovoluje přenos částí animací mezi programy (např. vzájemná spolupráce s Macromedia Flash 8). Na následujícím obrázku 6.1 je zobrazeno základní rozvržení pracovní plochy programu společně se zjednodušeným popisem funkcí.



Obrázek 6.1: Pracovní plocha programu Swish Max 4

Obrázek 6.1 je rozdělen do sedmi základních částí. Každá část obsahuje skupinu specifických ovládacích prvků. Všechny tyto části ve výsledku napomáhají k vytvoření požadované animace. Struktura pracovní plochy je následující:

- 1. Časová osa** (červené značení) – celá animace je rozdělena pomocí této osy na jednotlivé snímky (anglicky frames), které jsou dále nedělitelnou základní jednotkou. Jedna sekunda animace je originálně rozdělena na 25 snímků. Tato část je vytvořena formou matice, kde ve sloupcích je rozdělena po jednotlivých snímcích a v řádcích se objevují jednotlivé objekty, se kterými se pracuje rovněž jako s nedělitelnými prvky animace. Vyplněná pole uvnitř matice potom definují, které objekty se mají objevit nebo modifikovat a zároveň také, ve který časový okamžik a po jakou dobu.

2. **Náhled animace** (černé značení) – vedle časové osy nejdůležitější prvek, který zobrazuje, jak celá animace bude vypadat. Po stranách jsou zobrazena měřítka, která stanovují souřadnice jednotlivých pixelů. Souřadnice lze s výhodou použít dále v panelu pohybu. Náhled kombinuje jak obrázky, tak textové boxy, které budou výsledně zobrazeny. Vedle tohoto lze zobrazit pomocnými čarami (na obrázku modrá přerušovaná čára) pohyb, respektive přesun jednotlivých objektů (textu, obrázků, symbolů apod.).
3. **Panel pohybu** (modré značení) – použitím tohoto panelu lze definovat pohyby jednotlivých subjektů, v závislosti na jejich souřadném systému a časové ose. Přesněji řečeno v určitý okamžik lze konkrétní objekt přesunout do polohy definované souřadným systémem. Panel umožňuje objekty nejen přesouvat, ale i otáčet v různých osách, zmenšovat či zvětšovat, zkosit a podobně. Tohoto lze sice dosáhnout i bez použití panelu pohybu, a to přímo v náhledu, zde je to ovšem definováno přesně na pixel a frame.
4. **Panel barev** (zelené značení) – zde jsou všechny nástroje týkající se úpravy barev v obrázku nebo objektech. Zároveň je zde základní textový editor, který umožňuje měnit písmo, velikost a podobně.
5. **Panel historie** (fialové značení) – ukládá veškeré objekty, které byly v dané animaci vytvořeny, nebo do ní vloženy. Ukládá se v podobě stromu, který zobrazí vytvořená uskupení. Pomocí panelu lze definovat, který objekt má přednost před ostatními a překryje je. Zároveň je zde možnost potlačení některých objektů úplně, úpravy v jejich viditelnosti a podobně.
6. **Panel nástrojů** (oranžové značení) – soubor základních funkcí, podobně jako v programu „Malování“. Obsahuje nástroje typu tužka, výběr, ořezání a podobně. Lze zde jednoduše také vytvářet různé pohyby a natočení objektů, tady ovšem velmi nepřesně.
7. **Panel základních funkcí** (hnědé značení) – podobně jako ve většině programů jsou zde základní nástroje pro práci s aplikací, která je tvořena (v tomto případě animace). Zde se umožňuje import/export, úpravy v parametrech (například rozlišení), úpravy ve vzhledu plochy programu a v neposlední řadě hlavně ovládání prezentace, která ukazuje předběžný běh celé animace.

6.3 Vytvoření animací

V návaznosti na předchozí kapitoly bylo vytvořeno celkem devět animací. Většina těchto animací popisuje proces tvorby určitého výpočtu nebo postup provádění úkonů spojených s praktickými výpočty. Animace byly záměrně tvořeny tak, aby obsáhly pokud možno nejzákladnější pasáže z hlediska výuky spolehlivosti. Zároveň je nutné přihlížet na celkový přínos potenciální animace. Ne všechny řešené problémy, respektive příklady lze snadno prezentovat takovouto grafickou formou. V průběhu tvorby učební pomůcky bylo vytipováno několik částí, ke kterým je vhodné vytvořit jasný, přehledný a graficky zpracovaný doplňkový materiál. V následující části jsou popsány všechny zhotovené animace.

Jednolivé vytvořené animace

- ***Life Cycle Cost (LCC)*** – Náklady životního cyklu. Tato animace se vztahuje k látce v první kapitole 1.2. Jedná se o popis a vysvětlení jednotlivých etap, které jsou nedílnou součástí životního cyklu každého vozidla. Zde je animace zaměřena především na železniční dopravu, respektive příklad je založen na aplikování drážního vozidla do těchto etap společně s ukázkou závislosti nákladů na životnosti vozidla. Animace byla vytvořena vzhledem k celkové důležitosti, jakou má životní cyklus nejen dopravní techniky. Osnova této animace
 - > Základní podmínky LCC.
 - > Jednotlivé rozdělení etap a jejich popis.
 - > Příklad etap životního cyklu kolejového vozidla.
 - > Ukázka nákladů spojená s životností vozidla.
- ***Bodový odhad parametru exponenciálního rozdělení*** – daná animace se nachází v kapitole 3, přesněji v podkapitole 3.3.1. Tento odhad využívá metodu lineární regrese. Protože v textu je uvedeno odvození bodového odhadu pro dvouparametrické Weibullovo rozdělení, je v animaci uveden příklad bodového odhadu pro jednoparametrické exponenciální rozdělení. Metoda spočívá v linearizaci distribuční funkce, a tedy transformaci do rovnice přímky. Dále je ve výpočtu využito aproximace mediánového pořadí, které je pro lepší názornost využito ještě ve dvou posledních animacích. Tento odhad byl pro animaci vybrán z důvodu lepšího objasnění principu tohoto výpočtového zjednodušení, protože se může zpočátku jevit jako obtížný. Struktura animace:

- > Zadání příkladu.
 - > Odvození potřebných vztahů.
 - > Realizovaný výpočet.
 - > Grafické vyjádření.
 - > Výsledek příkladu.
- **Vznik poruchy** – animace se nachází v podkapitole 5.1. Představuje průběh opotřebení, v jehož důsledku vzniká porucha. Ukázka se týká postupných, náhlých a kombinovaných poruch se zakreslením iniciace lomu materiálu. Tato animace byla jako jediná vytvořena v programu Macromedia flash 8 a upravena do konečné podoby v programu Swish Max 4. Důvodem bylo, že vytvoření animace tohoto typu je o něco jednodušší v tomto programu. Nevýhodou byl výstupní formát, který je z tohoto důvodu jiný, a to „gif“. K vytvoření vedla snaha o grafickou ukázkou vzniku poruchy, což lze textově velmi těžko popsat. Koncepce animace:
- > Stanovení základních mezí opotřebení.
 - > Průběh poruch.
 - > Zdůraznění iniciace lomu.
- **Údržbový systém se zaručenou bezporuchovostí** – zde se jedná o doplnění stručného textového materiálu v podkapitole 5.3.4. Animace je založena na zjednodušeném příkladu, kde reálný pojezd kolejového vozidla je rozdělen na čtyři základní celky. V příkladu jsou na základě parametrů vybraných celků určeny teoretické průběhy požadované bezporuchovosti. Z těchto průběhů jsou stanoveny intervaly údržby a jejich cykličnost. K dosažení požadované bezporuchovosti je proces rozdělen na čtyři stupně údržby. Výstupem je znázornění skutečných údržbových zásahů, v rámci celé cykličnosti na zjednodušené grafické ukázce provozu lokomotivy. Důvodem tvorby bylo, že ukázkou procesu údržbových zásahů lze velice jednoduše a přehledně graficky znázornit a přitom zdůraznit, jak je důležité podobné plány sestavovat. Navíc se jedná o v praxi používanou metodiku, zvláště v kolejové, či letecké dopravě. Na následujícím obrázku 6.2 je ukázka z této animace, která znázorňuje konkrétní typy údržbových zásahů, které jsou dle jednotlivých průběhů vykonávány. Zde například popis údržby po průběhu 40 tis. km. Koncepce tvorby animace:
- > Zadání příkladu a potřebné vstupy.
 - > Rozdělení do celků.
 - > Výpočet průběhu do údržby každého celku.

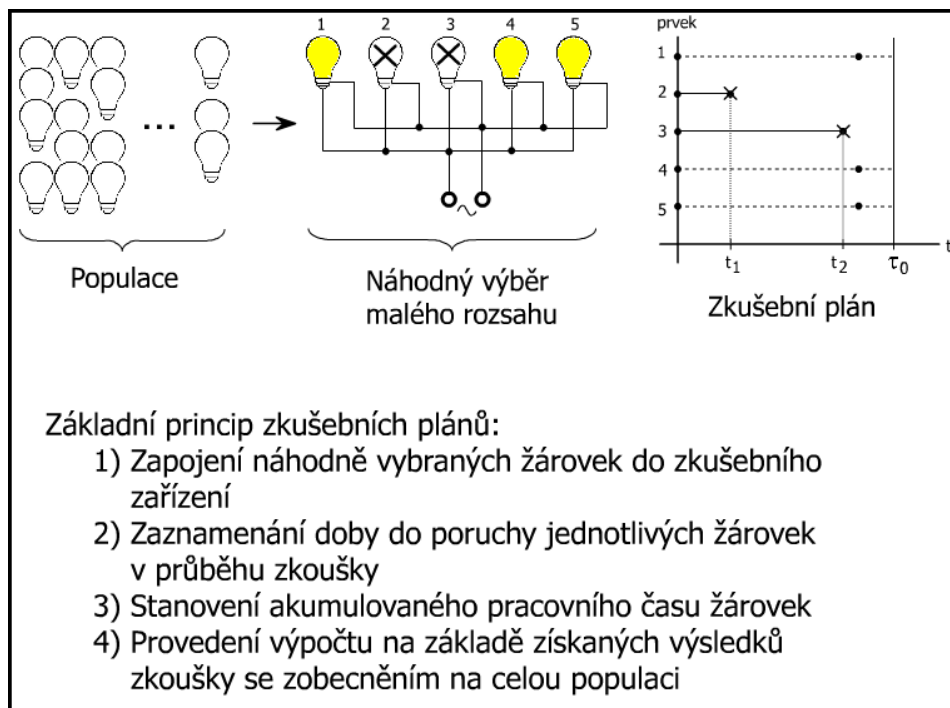
- > Stanovení intervalů údržby a tabulky údržby.
- > Znázornění údržbových cyklů.



Obrázek 6.2: Údržba po proběhu 40.000 km (ukázka z animace)

- **Zkoušky spolehlivosti s využitím zkušebních plánů** – nachází se v podkapitole 6.2. Jsou zde popsány základní principy tvorby ověřovacích zkoušek spolehlivosti. K tomuto se váže problematika náhodného výběru a zkušebních plánů. Důvodem, proč se tyto zkoušky tvoří, je získání parametrů zkoušených výrobků (například výroba nových dílů) pro sestavení údržbových plánů. Výstupem jsou tedy vlastnosti celé populace (ty jsou odhadnuty ze zkoušek, provedených na zlomku všech prvků). Tato animace je spíše ilustrativní zobrazení teorie a slouží jako výkladové doplnění pro snazší pochopení principu náhodného výběru a tvorby zkušebních plánů. Na obrázku 6.3 lze vidět ukázkou z této animace, která zobrazuje průběh tvorby zkoušky spolehlivosti. Základní popis tvorby animace:

- > Popis zkoušek.
- > Princip náhodného výběru.
- > Princip zkušebních plánů.



Obrázek 6.3: Průběh zkoušky spolehlivosti

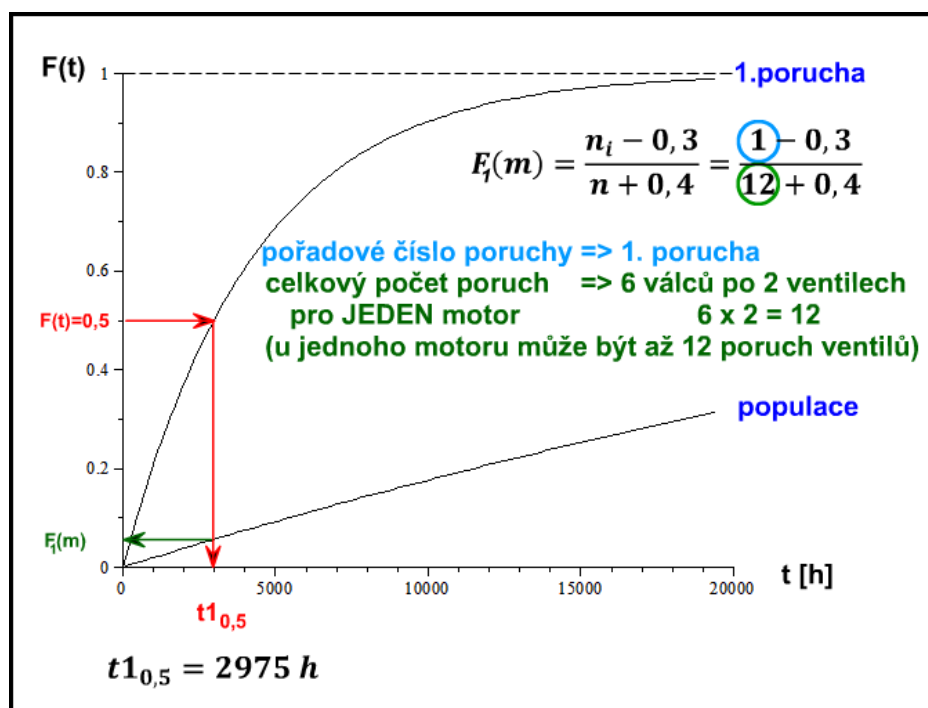
- **Výpočet akumulovaného pracovního času za pomoci t-plánu** – v podkapitole 6.2.2. lze nalézt texty, týkající se zkušebních plánů. K těmto je vytvořena animace k t-plánu, což je zkušební plán cenzurovaný dobou trvání zkoušky. V tomto případě se jedná čistě o animaci složenou ze tří příkladů, vzhledem k tomu, že tento plán má tři druhy (bez opravy, s výměnou, s opravou). Příklad je kvůli zjednodušení ilustrován pomocí žárovek, proto může třetí příklad působit mírně komicky. Snahou bylo dostatečně objasnit průběh zkušebních plánů a výpočet akumulovaného pracovního času (který odpovídá době, po kterou byly v bezporuchovém stavu všechny výrobky po dobu trvání zkoušky). V animaci je kladen důraz na dostatečné objasnění smluvního značení zkušebních plánů. Struktura animace:
- > Příklad t-plánu bez opravy.
 - > Příklad t-plánu s výměnou.
 - > Příklad t-plánu s opravou.
- **Výpočet akumulovaného pracovního času za pomoci r-plánu** – podobně jako v předchozím případě se tato animace vztahuje ke tvorbě zkušebních plánů, které jsou zde cenzurovány počtem poruch. Opět se nachází v podkapitole 6.2.2. Princip animace je shodný s předcházející. I zde se jedná o tři příklady v závislosti na druhu plánu (bez opravy, s výměnou, s opravou). Přestože se obě animace mohou zdát velmi podobné, je potřeba zde zdůraznit rozdíl, mezi různými omezeními plánů. Znovu je zde kladen

důraz na výpočet akumulovaného pracovního času, tvorbu a značení zkušebních plánů.

Popis koncepce animace:

- > Příklad r-plánu bez opravy.
 - > Příklad r-plánu s výměnou.
 - > Příklad r-plánu s opravou.
- **Průběh distribuční funkce do první poruchy a pro populaci s využitím odhadu mediánového pořadí** – tato animace je umístěna v podkapitole 6.3. Věnuje se znázornění průběhu distribuční funkce a odhadu parametrů pravděpodobnostního rozdělení pro celou populaci při znalosti parametrů náhodného výběru za použití zkrácené zkoušky. S tím souvisí i použití již zmíněné aproximace mediánového pořadí, na kterou je v této animaci rovněž odkázáno. Jedná se pouze o doplnění výkladového textu, jelikož větší množství textu není vhodné do animací vkládat. Toto grafické znázornění tak pouze zdůrazňuje postup při zisku požadovaných parametrů. Průběh distribuční funkce populace a první poruchy byl vytvořen v programu Maple s dodatečným zpracováním v programu Swish Max4. Program Maple je zaměřen na matematickou analýzu. Lze zde poměrně jednoduše vytvořit průběhy různých funkčních vztahů, čehož bylo v tomto případě s výhodou využito. Popis tvorby animace:
- > Průběh distribuční funkce pro populaci a pro 1. poruchu.
 - > Znázornění nejdůležitějších bodů.
 - > Vyjádření potřebného vztahu pro výpočet odhadu mediánového pořadí.
- **Zkrácená zkouška do první poruchy** – nachází se opět v podkapitole 6.3. Lze říci, že tato animace plynule navazuje na předchozí, jelikož do jisté míry kopíruje postup v ní uvedený. Jedná se o již konkrétní příklad, který je aplikován do dříve uvedeného výpočtu. Princip z předchozí animace je tak doplněn o reálné vzorce a hodnoty ze zadaného konkrétního příkladu. Důvodem pro vytvoření této animace bylo hlavně to, že dosazování konkrétních hodnot do vzorců zde bývá zpravidla problém a mnohdy není jasné, která proměnná symbolizuje který parametr. Bylo také vhodné znázornit tento typ zkoušky, jelikož se zcela vymyká předchozím typům zkoušek a bývá tedy mnohdy nepochopen. Ukázka na obrázku 6.4 je z poslední animace. Jedná se o prezentaci reálného výpočtu s dostatečným vysvětlením jednotlivých dosazovaných hodnot do výpočtu odhadu mediánového pořadí pro populaci. Struktura částí animace:
- > Zadání příkladu.

- > Výpočty parametru pro první poruchu.
- > Výpočet parametru pro populaci a stanovení střední doby do poruchy.



Obrázek 6.4: Výpočet mediánového pořadí populace

Z uvedeného výčtu animací vyplývá, že dohromady pokrývají celou šíři kapitol, které byly v rámci této diplomové práce tvořeny. Konkrétně se jedná o kapitoly 1, 5, z velké části 6 a podkapitola 4.2. Největší množství animací se nachází podle očekávání v kapitole 6, jelikož se jedná o stěžejní kapitolu s velkým významem v praxi. Nad rámec všech 9 animací, byla učební pomůcka doplněna o další 3 animace, ukazující průběhy některých rozdělení pravděpodobnosti – ty byly vytvořeny mimo tuto diplomovou práci. Celkově se tedy v učební pomůcce objevuje 12 animací. 9 výsledných animací, které byly zpracovány v rámci této práce, jsou obsaženy v příloze B na CD nosiči.

Základní poznatky z tvorby animací

Postup tvorby animace je v každém případě v zásadě velmi obdobný. Je potřeba si vytvořit základní koncept a přibližně vymyslet celou strukturu, jelikož pozdější změny v animaci jsou již poměrně obtížné a často vedou k rozhození celého časového kontinua. Během tvorby je velmi výhodné vytvářet skutečné fyzické náčrty, jelikož teoretická konstrukce nevede vždy ke chtěnému výsledku. Objekty jsou z části posouvány a upravovány jednak přibližně a jednak precizně, za pomoci přesných souřadnic, proto je mnohdy potřeba

přesně zaznamenávat jednotlivé polohy všech předmětů, které se účastní výsledného pohybu, aby nedocházelo k vzájemným posunům a překrýváním. Práce s časovou osou může být choulostivá, je vhodné si uvědomit, že se zde pracuje s velmi malými jednotkami času, konkrétně s framy (1 sekunda odpovídá 25 framům).

Součástí všech animací bylo i nutné minimum programování, respektive skriptování, za pomoci integrovaného programovacího prostředí. Zde byly využity především funkce posuvu celé animace. Některé animace bylo nutné v průběhu zastavovat, aby mohl student celou problematiku snáze vstřebat, čehož nebylo možno bez těchto skriptovacích znalostí dosáhnout. Zahrnutý jazyk programu je velmi podobný běžným programovacím jazykům typu C/C++. Jeho syntax tak nebylo příliš problematické pochopit a nastudovat. Následující kapitola se pokusí přiblížit celý průběh tvorby animace, který má za úkol osvětlit tvorbu animací, jejich vizuální a strukturální stránku. Pro bližší pochopení tvorby animace je vybrána jedna z nich, jejíž tvorba a vizuální stránka je blíže následně rozepsána.

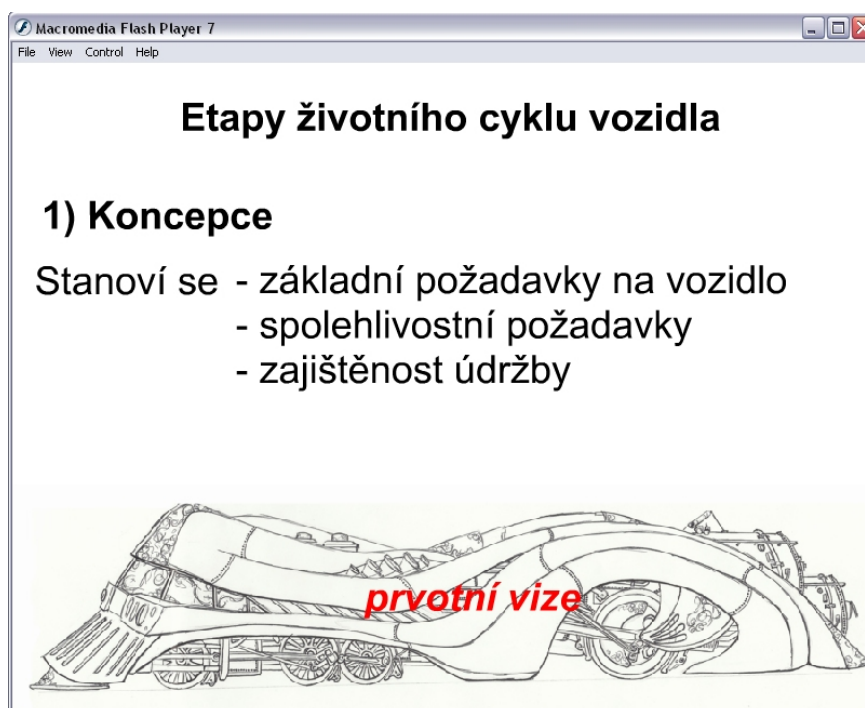
Tvorba animace LCC – Náklady životního cyklu vozidla

Jak již bylo naznačeno, tato animace se nachází v první kapitole a týká se problematiky životního cyklu vozidel. Z tohoto cyklu přímo vycházejí potenciální náklady na vozidlo (náklady na pořízení a náklady na provoz). Je jisté, že dnešní doba je orientována ekonomicky, a proto je vhodné se zaměřit i na finanční stránku, týkající se této problematiky.

Dílní obrazovky jsou od sebe oddělovány pauzami, které lze posouvat pouze vnějším zásahem (v tomto případě se jedná o potvrzení klávesou „enter“). Tyto pauzy byly programovány ve skriptovací části programu za pomoci příkazů „onFrame(x) {stop()}“ a „on (keyPress(„enter“)) {play()}“. Důvodem pro toto rozhodnutí byla nutnost zastavovat tok informací v některých důležitých momentech, aby mohl uživatel vstřebat všechny potřebné údaje. Všechny animace byly tvořeny ve standardním rozlišení 800 x 600 px, které se ukázalo jako plně dostačující a bylo standardně a bezproblémově podporováno použitým programem. Popis animace je založen na sledu jednotlivých obrazů tak, jak jdou za sebou.

V úvodu animace byly stanoveny základní podmínky LCC. Výběr stylu zobrazení podmínek je volen s vizuálním doplněním nákladů, které se v přeneseném významu

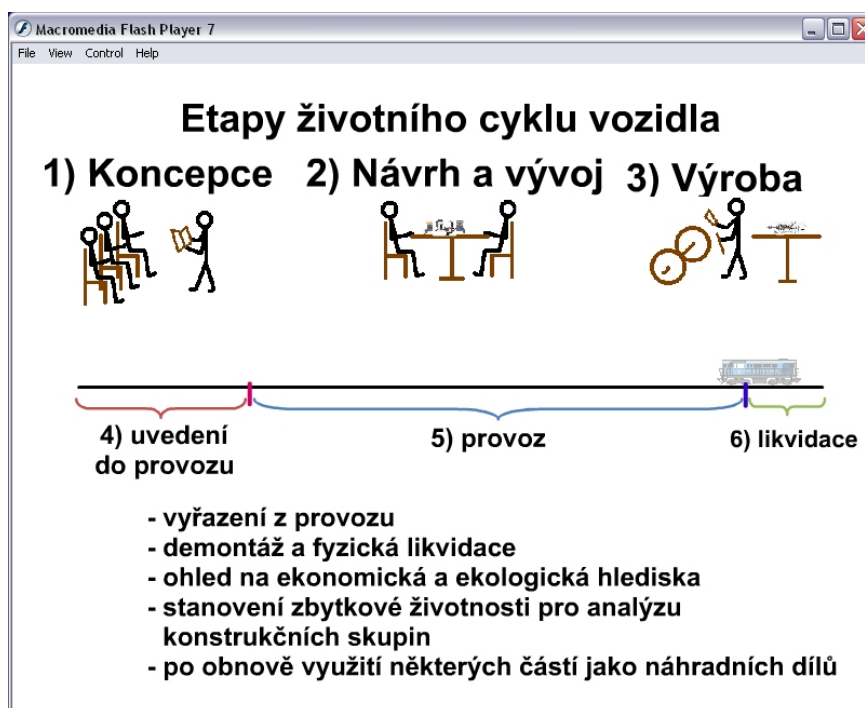
chovají jako ledovec. Úvodní obrazovka se skládá z 51 framů, z nichž většinu zahrnují vizuální efekty obrázku ledovce a jeho značení. Následuje další obrazovka ukazující základní rozdělení etap života vozidla, kterých je celkem šest (koncepce, návrh a vývoj, výroba, uvedení do provozu, provoz – modernizace, likvidace). Poté, co je posluchač seznámen se základním rozdělením životních etap, je každá z nich blíže popsána v sérii následujících 800 framů. Vedle popisu, který se zabývá nejdůležitějšími body jednotlivých etap, obsahuje každá část i ilustrativní obrázky, které vyjadřují reálné zobrazení, doplněné o komentář. Princip takového zobrazení lze vidět z obrázku 6.5. V rámci tvorby animace je využíváno množství vizuálních efektů tak, aby byla trvale udržována pozornost posluchače.



Obrázek 6.5: LCC - koncepce

Po seznámení se s obsahem jednotlivých etap následuje druhá část animace. Ta se věnuje ucelené ukázce využití všech etap v rámci sestavení a využívání kolejového vozidla. Grafickou podobou je zde ztvárněn průběh celého života lokomotivy. První tři etapy jsou zobrazeny schematicky v podobě náčrtů jednotlivých pracovišť, kterými postupně prochází projekt tvorby výroby hnacího vozidla. Společně jsou přikládány obrázky některých hlavních a známých částí celého vozu, zejména podvozku. Ukázky jsou však samozřejmě velmi zjednodušené. Tyto etapy na sebe věcně navazují, je kladen důraz na postupný tok informací v celkové produkci. Ten je znázorněn pomocí efektů, kterými jsou obrázky

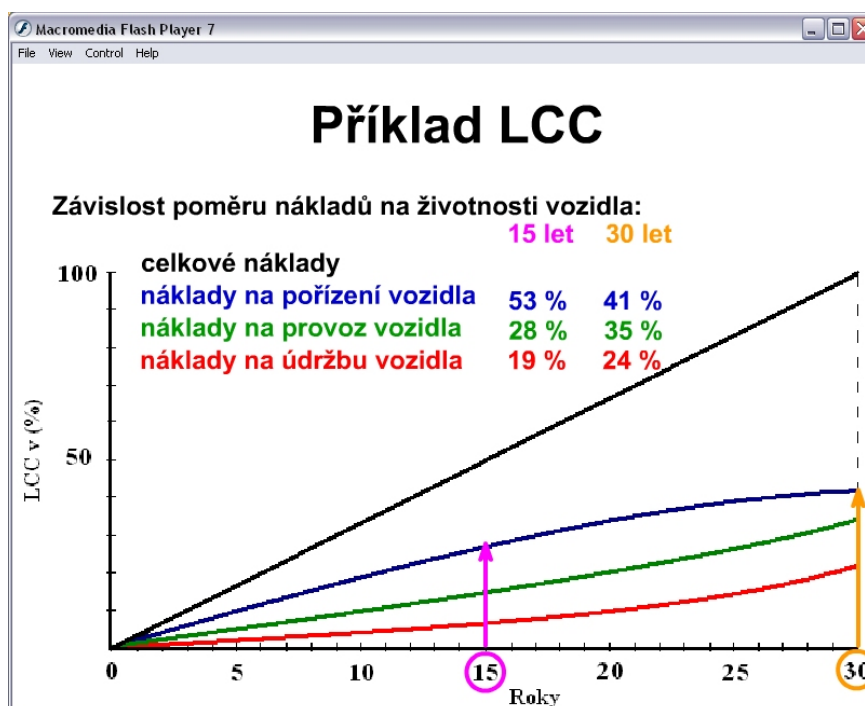
vkládány. Všechny hrubé náčrty, které byly vytvořeny již ve fázi konceptu, jsou v animaci přesunuty do fáze vývoje, která vytvoří již skutečné výkresy, podle kterých se zase jednotlivé díly vyrábějí. Druhou fází, která popisuje zbylé tři etapy, je dále navázáno na předešlou. V tomto případě jsou etapy ilustrovány již pomocí „hotové lokomotivy“, která se symbolicky pohybuje a představuje tak všechny etapy, kdy je již skutečně v pohybu – tedy od uvedení do provozu, přes samotný provoz, až po likvidaci, kdy celá ilustrace lokomotivy zmizí. Společně s touto ukázkou jsou dále přikládány krátké popisky jednotlivých etap. První fáze, zahrnující první 3 etapy, je složena z asi 600 framů. Zbylé tři etapy zahrnuté ve druhé fázi trvají celkem 350 framů. Ukázka výstupní obrazovky tohoto uceleného příkladu je na obrázku 6.6.



Obrázek 6.6: LCC – výstup příkladu

Poslední část animace je zaměřená na ukázkou nákladů, souvisejících s životním cyklem vozidla. Jako první je za pomoci grafu znázorněna závislost poměru nákladů na životnosti vozidla. Jedná se o průběhy nákladů na pořízení, provoz a údržbu vozidla, v závislosti na projektované životnosti vozidla. Z grafu jsou pro příklad vybrány hodnoty životnosti 15 a 30 let, aby bylo ve výsledku možné ukázat, jak se mění poměr těchto nákladů vzhledem k délce provozu vozidla. Hodnoty nákladů jsou udány v procentuálním poměru. Samozřejmě čím delší provoz, tím větší náklady na provoz a údržbu. Účelem grafu není podat přesné údaje o výši nákladů, ale spíše upřesnit trend jejich růstu, respektive poklesu

při změně projektované životnosti. Podstatná informace je tedy tvar křivky, což lze nejnázneji ilustrovat právě grafem, který je možno vidět na obrázku 6.7. Pomocí efektů jsou z grafu postupně vyneseny hodnoty, které jsou podstatné pro vytvoření celkového přehledu. Je snahou, aby bylo jednoznačně určitelné, co která hodnota v grafu představuje. Všechny tyto hodnoty jsou ve výsledku zpracovány do přehledného koláčového grafu, který je nejvhodnějším nástrojem pro ilustraci jakýchkoliv poměrů. V tomto případě slouží k porovnání poměrů celkových nákladů při životnostech 15 a 30 let. Závěrečná část animace je složena z 450 framů.



Obrázek 6.7: LCC – poměr nákladů

Výsledným zobrazením poslední části je závěr příkladu, který má poskytnout posluchači konečné shrnutí a výsledek, spolu s odkazem na praktický význam příkladu. Z něho jednoznačně plyne, že: „*Poměr nákladů se mění podle délky životnosti. Náklady na pořízení vozidla jsou s delší životností stále menší poměrnou částí celkových nákladů.*“

Tato animace je vytvořena z celkem 2225 framů, což odpovídá 89 sekundám celkového záznamu. K vytvoření bylo využito celkem 112 objektů, z nichž 59 je tvořeno obrázky a různými předdefinovanými tvary a znaky a zbylých 53 objektů tvoří textové boxy. Forma animace je volena velmi jednoduše a důraz je kladen na efekty objektů tak, aby dostatečně udržovaly pozornost a zároveň podtrhly podstatné informace.

7 HODNOCENÍ NÁVRHU A ZÁVĚR

Po pečlivém zvážení navrhované metodiky bylo přistoupeno k vytvoření animací. Domnívám se, že animace dobře poslouží svému účelu, a že se setkají s kladným ohlasem. S ohledem na množství času, které bylo dáno k dispozici, je nutné konstatovat, že animace sice průřezově pokrývají téměř celou problematiku, ale stále se zde vyskytují pasáže, ke kterým by bylo možné animace vytvořit. Vytvořená elektronická skripta se stávají součástí elektronické výukové knihovny, která obsahuje množství vědních oborů, a přispívají tímto k dalšímu rozšíření projektu virtuálního vzdělávání v dopravě.

Volba druhu a stylu animací byla čistě autorskou záležitostí, protože nebyly dopředu stanoveny požadavky na konkrétnější provedení učební pomůcky. Zvolení animací vyplynulo v průběhu diplomové práce. Ukázalo se, že práce s animacemi poskytuje daleko větší možnosti, než například práce s videem apod. Rovněž plně odpovídá povaze spolehlivosti jako vědy a předčí tímto i demonstrativní pokusy nebo pouhé psaní esejí.

Přínosem bylo zpracování kapitol 1, 5, z větší části 6 a podkapitoly 4.2 spolu s vytvořením celkem 9 animací, které dohromady tvoří 6 minut záznamu. Převážně byly animace tvořeny v programu Swish Max 4, částečně také v programech Macromedia Flash 8 a Maple.

Bylo by vhodné, kdyby se v průběhu času podařilo ověřit, zda je způsob tvorby učební pomůcky, který byl navržen, vytvořen a předložen v této diplomové práci, dostatečně přínosný při výuce. Ověření je možné realizovat ideálně přímo při výuce, kde se ihned projeví, zda má tento výukový přístup přímý vliv na vědomosti studentů. Mezi další možnosti ověření lze zařadit průzkum mezi studenty formou dotazníků. Zpracování podobných výzkumů lze však provést až s odstupem času a mohlo by tak tvořit náplň další práce. Vyhodnocování takových průzkumů by pak poskytlo cenné informace pro následnou inovaci výuky.

8 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Skalková, J.: Obecná didaktika, Grada Publishing, a.s., r. 2007, ISBN 978-80-274-1821-7
- [2] Podlahová, L. a kolektiv: Didaktika pro vysokoškolské učitele, Grada Publishing, a.s., r. 2012, ISBN 978-80-247-4217-5
- [3] Manuál k programu Swish Max 4 dostupný z:
<www.swishzone.com/manuals/max4/>
- [4] Famfulík, J., Míková, J., Krzyžanek, R.: Teorie údržby, skriptum, Ostrava r. 2007, ISBN 978-80-248-1509-1
- [5] Famfulík, J., Krzyžanek, R., Galvas, P.: Zkoušky spolehlivosti, skriptum, Ostrava r. 2010, ISBN 978-80-248-2277-8
- [6] Moodle, e-learning systém VŠB-TUO, [cit. 6.2.2013], dostupný z:
<www.moodle.cz>.
- [7] Reliability Engineering Resources, [cit. 6.2.2013], dostupný z:
<www.weibull.com>.
- [8] Plant Maintenance Resource Center, [cit. 6.2.2013], dostupný z:
<www.plant-maintenance.com>.
- [9] [cit. 23.2.2013], dostupný z:
<www.hisvoice.cz/clanek_861_hudebni-projekce-na-radiu-wave.html>.
- [10] [cit. 23.2.2013], dostupný z:
<www.datart.cz/Projektor-BENQ-Datapojektor-MS510.html>.
- [11] [cit. 23.2.2013], dostupný z:
<sluzby-skolam.com/vyber-interaktivni-tabule>.
- [12] [cit. 23.2.2013], dostupný z:
<www.pro-skoly.cz/image.php?path=10201/mobilni-tabule-01.jpg>.
- [13] [cit. 23.2.2013], dostupný z:
<www.trinstruments.cz/gds-3154#&panel1-1>.

Použité zdroje k tvorbě animací

- [14] [cit. 8.1.2013], <www.kll.cz>.
- [15] [cit. 8.1.2013], <www.parostroj.net>.
- [16] [cit. 8.1.2013], <www.vagony.cz>.
- [17] [cit. 8.1.2013], <en.wikipedia.org/wiki/Axle>.

- [18] [cit. 10.1.2013], <www.speaker.cz>.
- [19] [cit. 10.1.2013], <www.skoda.cz>.
- [20] [cit. 10.1.2013], <www.uniform.cz>.
- [21] [cit. 11.1.2013], <www.vlaky.net>.
- [22] [cit. 11.1.2013], <spz.logout.cz>.
- [23] [cit. 12.1.2013], <www.scbfoundry.cz>.
- [24] [cit. 12.1.2013], <www.objektivem.net>.
- [25] [cit. 16.1.2013],
<dylusia.deviantart.com/art/Train-Conceptual-Art-in-Pen-196097381>.
- [26] [cit. 16.1.2013], <www.kompas-cad.de/images/software/locomotive.jpg>.
- [27] [cit. 20.1.2013], <www.atlaslokomotiv.net/loko-363.html#fotogalerie>.
- [28] [cit. 20.1.2013],
<www.mmspektrum.com/clanek/digitalni-prototypy-trakcnich-motoru.html>.
- [29] [cit. 8.1.2013], <www.iwm.org.uk>.
- [30] [cit. 12.1.2013],
<plzen.idnes.cz/skoda-ma-historicky-nejvetsi-kontrakt-na-motory-pro-turecke-lokomotivy-14f/plzen-zpravy.aspx?c=A110406_140921_plzen-zpravy_alt>.
- [31] [cit. 12.1.2013],
<technet.idnes.cz/stare-pantografy-konci-podivejte-se-jak-v-plzni-stavi-nove-pak-/tec_technika.aspx?c=A110302_201439_tec_technika_rja>.
- [32] [cit. 10.1.2013],
<www.mylargescale.com/Community/Forums/tabid/56/aff/23/aft/120255/afv/topic/afpg/2/Default.aspx>.
- [33] [cit. 10.1.2013],
<www.shutterstock.com/pic-69997321/stock-photo-steam-engine-locomotive-in-motion-blur.html>.
- [34] [cit. 8.1.2013],
<weburbanist.com/2009/05/03/locomotives-steam-in-hot-prototype-concept-trains/>.
- [35] [cit. 20.1.2013], <meaker.me.uk/Rail/Class/71/71.htm>.
- [36] [cit. 20.1.2013], <www.thomasrailtrade.cz>.

9 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A:

Ukázka z vytvořených skript – část z kapitoly 6.

K dispozici na CD nosiči ve složce „**Příloha A**“ pod názvem „Kapitola 6“.

Příloha B:

Soubor 9 vytvořených animací s názvy:

- 1) LCC – Náklady životního cyklu.
- 2) Bodový odhad parametru exponenciálního rozdělení.
- 3) Vznik poruchy.
- 4) Údržbový systém se zaručenou bezporuchovostí.
- 5) Zkoušky spolehlivosti s využitím zkušebních plánů.
- 6) Výpočet akumulovaného pracovního času za pomoci t-plánu.
- 7) Výpočet akumulovaného pracovního času za pomoci r-plánu.
- 8) Průběh distribuční funkce s využitím odhadu mediánového pořadí.
- 9) Zkrácená zkouška do první poruchy.

Dostupné na CD nosiči ve složce „**Příloha B**“.